

Eksamen

25.11.2024

REA3039 Fysikk 2



Se eksamenstips på baksiden!

Nynorsk

| Eksamensinformasjon | |
|--|---|
| Eksamenstid | <p>Eksamen varer i 5 timar.</p> <p>Del 1 skal leverast inn etter 2 timar.</p> <p>Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar.</p> <p>Du kan byrje å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.</p> |
| Tillatne hjelpemiddel under eksamen | <p>Del 1: skrivesaker, passar, linjal, vinkelmålar og vedlegg i oppgåvesettet</p> <p>Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon.</p> <p>Ved bruk av nettbaserte hjelpemiddel under eksamen har du ikkje lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måtar å utveksle informasjon med andre på er ikkje tillatne. Du kan ikkje bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarande teknologi.</p> |
| Bruk av kjelder | <p>Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal du alltid føre dei opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei.</p> <p>Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel på både lærebøker og annan litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p> |
| Vedlegg | <ol style="list-style-type: none">1 Faktavedlegg2 Formelvedlegg3 Programmeringsvedlegg4 Eige svarark for oppgåve 1 |
| Vedlegg som skal leverast inn | <p>Vedlegg 4: Eige svarark for oppgåve 1 finn du bakarst i eksamenssettet.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Informasjon om oppgåvene</p> | <p>Oppgåve 1 har 20 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> rett svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Blankt svar blir rekna som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ: A, B, C eller D.</p> <p>Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarark i vedlegg 4, som ligg heilt til sist i eksamenssettet. Svararket skal du rive laus frå oppgåvesettet og levere inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.</p> <p>Del 1 har 2 oppgåver. Del 2 har 5 oppgåver.</p> |
| <p>Informasjon om vurderinga</p> | <p>Vurderingskriteria er grupperte i fire kompetanseområde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • problemløysing • databehandling • programmering • presentasjon <p>Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, vil bli vurderte som ein heilskap ved bruk av vurderingskriteria og sensorane sitt faglege skjønn. Sensorane skal først og fremst sjå etter fysikkforståinga i svaret. Det er derfor viktig at svara på oppgåve 2 og del 2 er grunngitt, og at resonnementa kjem tydeleg fram. Du vil ikkje nødvendigvis tene på å skrive svært langt. Eit kortare og klart svar er ofte betre enn eit langt og utflytande svar.</p> <p>Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret. Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt. Oppgåve 1 og 2 på del 1 tel omtrent likt. Del 2 tel omtrent 60 prosent av heile settet.</p> |
| <p>Kjelder</p> | <p>Grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet</p> |

Del 1

Oppgave 1 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgave 1 på eit eige svarark i vedlegg 4.

(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

- a) Ein fallskjermhopper kastar seg ut frå eit fly som beveger seg med konstant og horisontal fart. I løpet av 15 sekund får fallskjermhopparen tilnærma konstant, rettlinja fart.

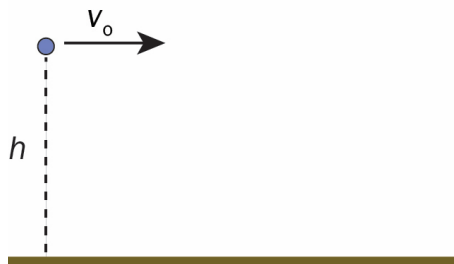


Kva for ei utsegn er rett for tidsintervallet på 15 sekund?

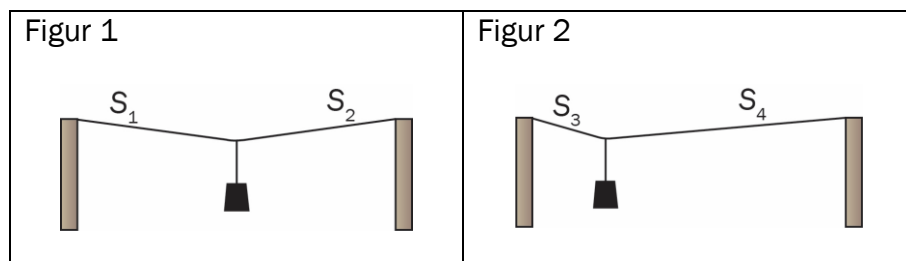
- A Absoluttverdien av den horisontale fartskomponenten er konstant.
 - B Absoluttverdien av den horisontale akselerasjonskomponenten er konstant.
 - C Absoluttverdien av den vertikale fartskomponenten minkar.
 - D Absoluttverdien av den vertikale akselerasjonskomponenten minkar.
- b) Ei kule blir skoten ut med ein horisontal fart v_0 frå eit gevær i ei høgd h over eit horisontalt underlag. Sjå bort frå luftmotstand.

Kor lang tid tek det før kula treffer underlaget?

- A $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- B $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- C $\frac{2h}{g}$
- D $\frac{h}{g}$



- c) Figurane viser eit lodd som heng i ro. Loddet er festa til to snorer, som igjen er festa til toppen av to like høge stolpar. I figur 1 heng loddet midt mellom stolpane. I figur 2 heng loddet til venstre for midten. Vi har snorkreftene S_1, S_2, S_3 og S_4 på høvesvis snor 1, 2, 3 og 4.



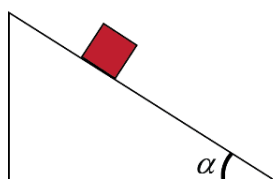
Det er gitt to påstandar:

- 1 $S_1 > S_2$
- 2 $S_3 > S_4$

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

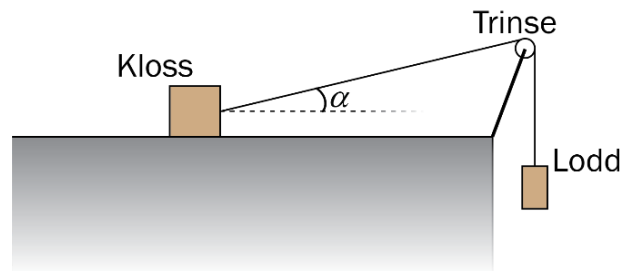
- d) Ein kloss glir nedover eit skråplan med hellingsvinkel α . Friksjonstalet mellom klossen og skråplanet er 0,20. Sjå bort frå luftmotstand.



Kor stor er akselerasjonen til klossen når han glir nedover skråplanet?

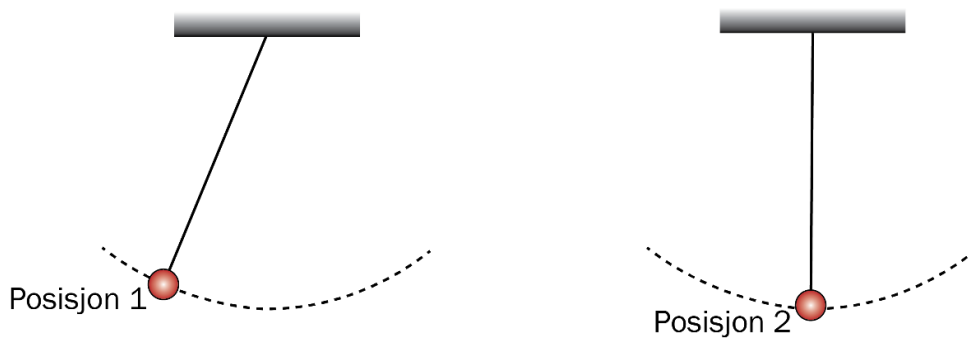
- A $g \sin \alpha$
- B $g(\sin \alpha - 0,20 \cos \alpha)$
- C $g(\sin \alpha + 0,20 \cos \alpha)$
- D $g(\cos \alpha + 0,20 \sin \alpha)$

- e) Ein kloss blir trekt horisontalt langs eit bord av ei snor. Snora går over ei trinse og vidare til eit lodd. Snora dannar vinkelen α med horisontalen. Vinkelen endrar seg når klossen beveger seg. Heile undersida på klossen er i kontakt med bordet under bevegelsen. Sjå bort frå all friksjon og luftmotstand.



Når klossen beveger seg, vil

- A akselerasjonen auke
 - B akselerasjonen avta
 - C akselerasjonen vere konstant
 - D akselerasjonen vere null
- f) Ei kule er festa i ei masseløs snor og svingar fram og tilbake mellom to ytterstillingar. Vi ser på kula når ho er ved to ulike posisjonar. Sjå bort frå luftmotstand.



Det er gitt to påstandar om summen av kreftene på kula:

- 1 Summen av kreftene peikar i same retning som snorkrafta når kula er i posisjon 1.
- 2 Summen av kreftene peikar i same retning som snorkrafta når kula er i posisjon 2.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

g) Ein kloss med masse m glir ned overflata på ei sirkelforma bane med radius r . Figuren viser korleis tyngdekrafta G blir dekomponert i eit gitt punkt der klossen glir med farten v .

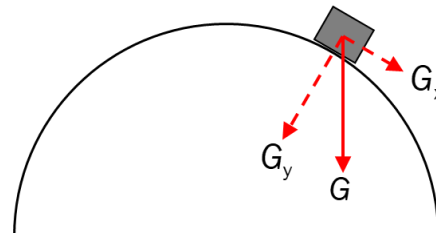
Kva er rett uttrykk for normalkrafta N ?

A $N = G$

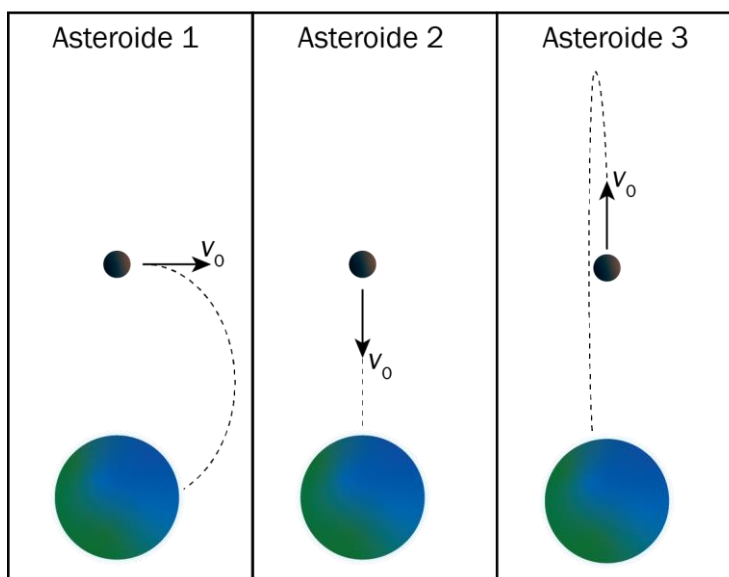
B $N = G_y - \frac{mv^2}{r}$

C $N = \frac{mv^2}{r} - G_y$

D $N = G_y + \frac{mv^2}{r}$



h) Tre identiske asteroidar kolliderer med jorda. Alle asteroidane har farten v_0 når dei er i ein bestemt avstand frå jorda, men retninga dei beveger seg i når dei er i denne avstanden, er forskjellig. Sjå figur. Sjå bort frå luftmotstand.

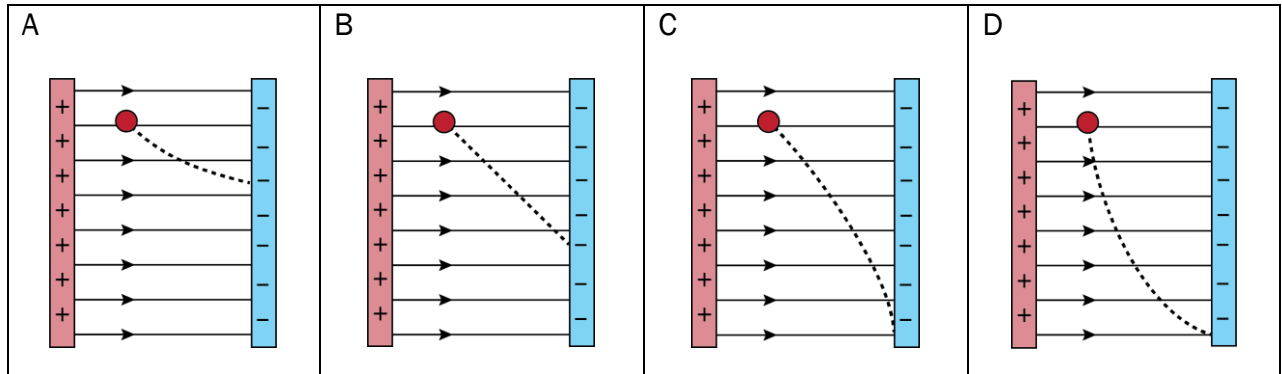


Kva er rett?

- A Asteroide 1 treffer jorda med minst fart.
- B Asteroide 2 treffer jorda med minst fart.
- C Asteroide 3 treffer jorda med minst fart.
- D Asteroidane treffer jorda med like stor fart.

- i) Ein positivt ladd partikkel blir sleppt **frå ro** i eit område mellom to vertikale plater der det er eit homogent elektrisk felt og eit homogent gravitasjonsfelt. Det elektriske feltet er vassrett og peikar mot høgre, og gravitasjonsfeltet peikar nedover. Partikkelen er berre påverka av tyngdekrafta og krafta frå det elektriske feltet.

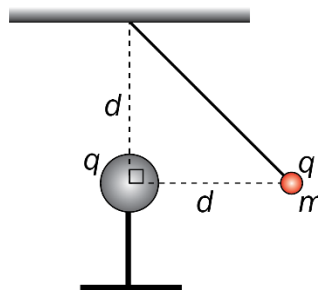
Kva bane vil partikkelen følgje?



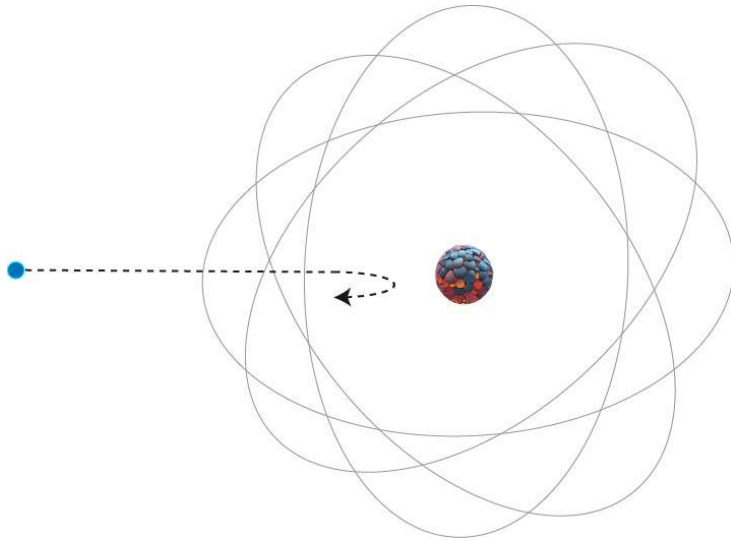
- j) Ei kule med masse m heng i ro i ei snor i det elektriske feltet frå ei anna kule. Den andre kula er festa til ei stong vertikalt nedanfor opphengingspunktet. Begge kulene har ladning q . Opphengingspunktet og kulene dannar ein rettvingla trekant, der katetane har lengd d .

Kva er rett uttrykk for ladninga q ?

- A $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{2k_e}}$
 B $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$
 C $q = d \cdot \sqrt{\frac{2mg}{k_e}}$
 D $q = 2d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$



- k) Ein heliumkjerne blir send mot ein større atomkjerne. Programmet nedanfor finn tida det tek for heliumkjernen å bevege seg frå ein avstand r til ein avstand d frå den større kjernen.

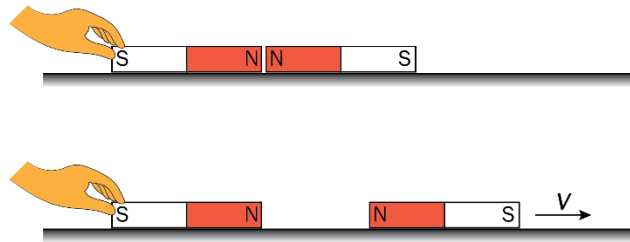


```
1  q = 2*1.60E-19
2  Q = 79*1.60E-19
3  k = 8.99E9
4  m = 6.645E-27
5
6  r = 1E-10
7  v = 2.9E7
8  d = 1.1E-13
9  t = 0
10 dt = 1.0E-22
11
12 while r > d:
13     a =
14     v = v + a*dt
15     r = r - v*dt
16     t = t + dt
17 print(t)
```

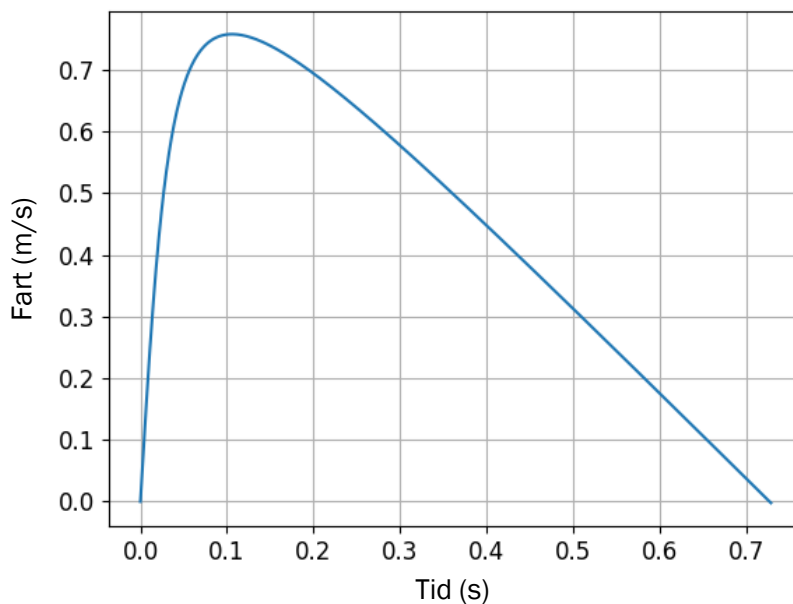
Kva skal stå på linje 13?

- A $a = k*Q*q/(r**2*m)$
- B $a = k*Q*q/(r*2*m)$
- C $a = - k*Q*q/(r**2*m)$
- D $a = - k*Q*q/(r*2*m)$

- l) To magnetar ligg inntil kvarandre og med like polar mot kvarandre. Magneten til venstre blir halden fast. Magneten til høgre blir sleppt og beveger seg rett fram på eit horisontalt underlag før han stansar. Det verkar friksjon mellom magneten og underlaget. Sjå bort frå luftmotstand.



Grafen viser magneten til høgre sin fart v som funksjon av tida.



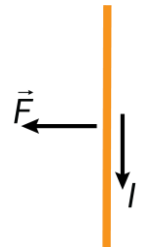
Kva er rett?

- A Ved tida 0,1 s er akselerasjonen til magneten størst.
- B Ved tida 0,1 s er friksjonskrafta og den magnetiske fråstøytingskrafta like store.
- C Ved tida 0,2 s er friksjonskrafta mindre enn den magnetiske fråstøytingskrafta.
- D Magneten beveger seg høgst 15 cm før han stansar.

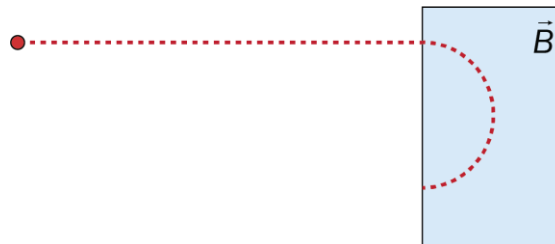
m) Ein rett, straumførande leiar er i eit homogent magnetfelt med flukstettleik (feltstyrke) 0,50 T. Magnetfeltet har retning vinkelrett på papiplanet. Den magnetiske krafta som verkar på 0,25 m av leiaren, er 2,0 N og har retning til venstre. Straumretninga er nedover.

Kva retning har magnetfeltet, og kor stor er straumen gjennom leiaren?

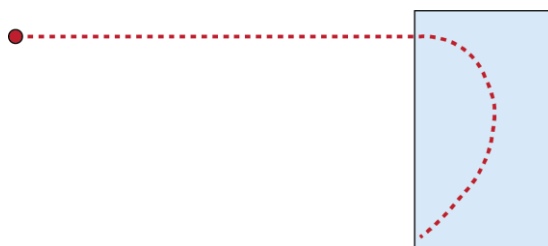
| | Magnetfeltet | Straumen |
|---|---------------|----------|
| A | inn i papiret | 16 A |
| B | inn i papiret | 8,0 A |
| C | ut av papiret | 16 A |
| D | ut av papiret | 8,0 A |



n) Ein ladd partikkel blir send inn i eit område med eit homogent magnetfelt med flukstettleik B . Magnetfeltet har retning vinkelrett på papiplanet. Figuren viser halvsirkelbana partikkelen følgjer.



Ein identisk partikkel med like stor fart blir send inn i det same området. Flukstettleiken er framleis B idet partikkelen kjem inn, men endrar seg mens partikkelen beveger seg i området. Magnetfeltet skiftar ikkje retning under bevegelsen. Figuren nedanfor viser bana partikkelen følgjer. Sjå bort frå alle andre krefter enn den magnetiske krafta.

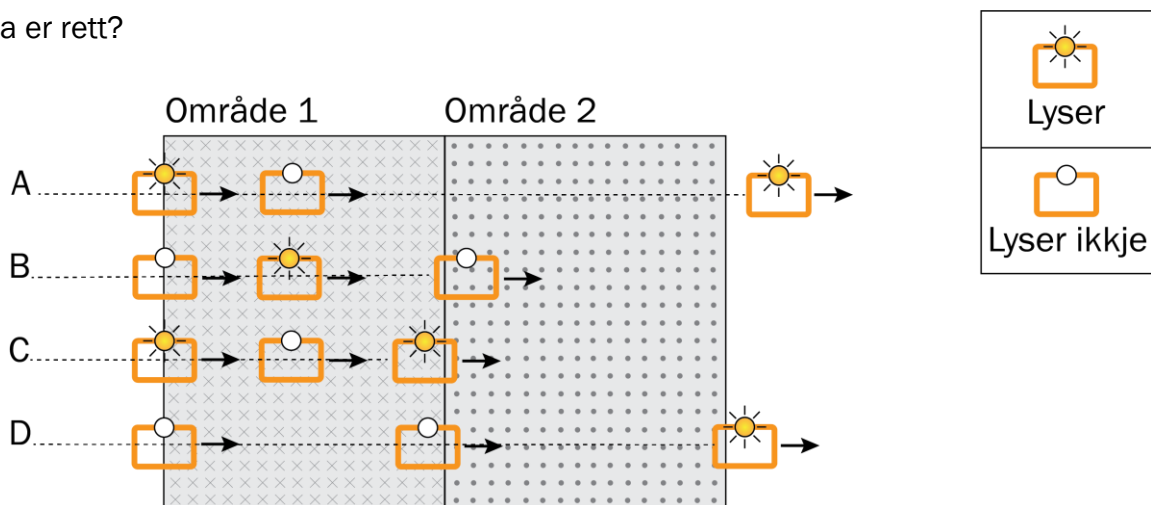


Kva er rett?

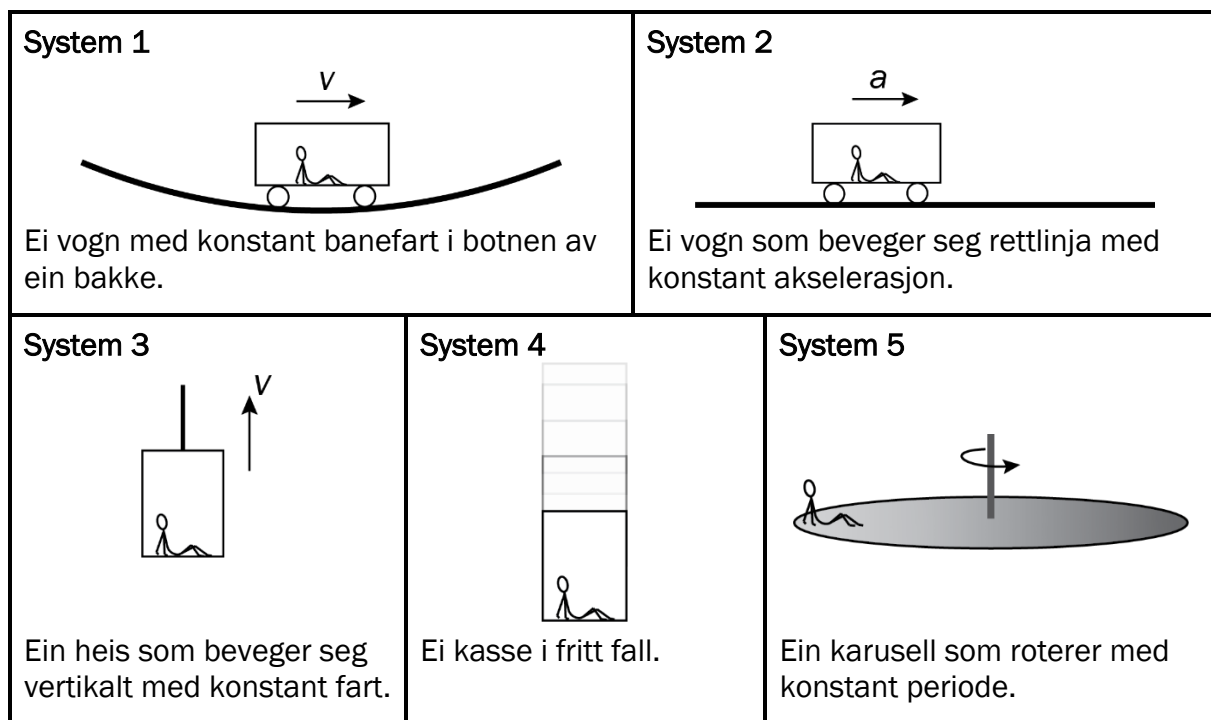
- A Både flukstettleiken og farten minkar.
- B Flukstettleiken minkar, men farten endrar seg ikkje.
- C Både flukstettleiken og farten aukar.
- D Flukstettleiken aukar, men farten endrar seg ikkje.

o) Ei lukka strømsløyfe er kopl til ei lyspære. Lyspæra lyser når det går straum gjennom sløyfa, og lyser ikkje når det ikkje går straum gjennom sløyfa, uansett straumretning. Sløyfa går med ein konstant fart gjennom to område med motsett retta magnetfelt.

Kva er rett?



p) Figuren viser ein person i fem ulike referansesystem i eit homogent gravitasjonsfelt.



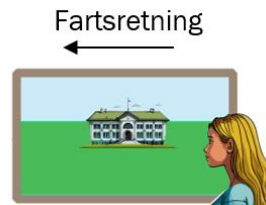
Kva system er eit tregleikssystem ifølgje den **spesielle** relativitetsteorien?

- A berre system 1 og 3
- B berre system 1 og 5
- C berre system 2 og 4
- D berre system 3

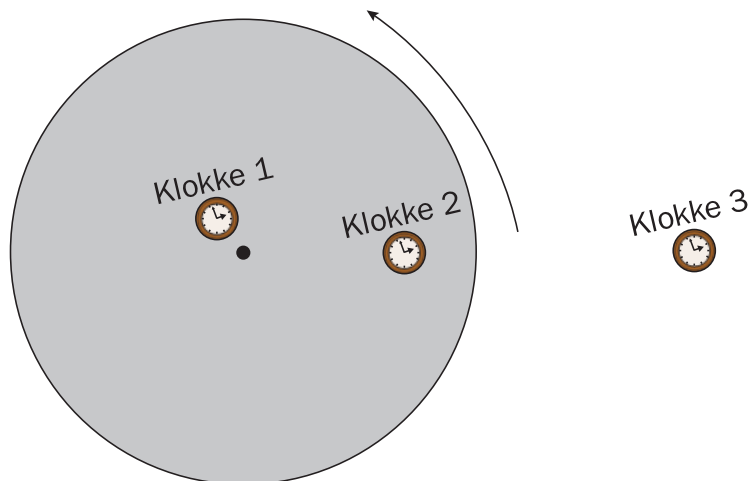
- q) Line er på skulen og måler at skulebygninga er 36 m lang. I eit tankeeksperiment passerer ho skulebygninga i eit tog med svært stor fart, slik at lorentzfaktoren $\gamma = 4,0$. Fartsretninga til toget er vist i figuren.

Kor lang er skulebygninga observert frå togvindauet?

- A 9,0 m
- B 18 m
- C 32 m
- D 0,14 km



- r) Klokke 1 og klokke 2 er festa til ei hurtig roterande skive som ligg horisontalt. Klokke 1 er festa nær sentrum, og klokke 2 er festa nær kanten av skiva. Klokke 3 ligg i ro på utsida av skiva i same høgd som dei andre klokkene.



Det er gitt to påstandar:

- 1 Klokke 1 og klokke 2 går like raskt.
- 2 Klokke 2 går raskare enn klokke 3.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

- s) Eit lyssignal blir sendt frå overflata av planet A til overflata av planet B. Planetane er identiske. Sjå bort frå bevegelsen til planetane og alle andre himmellekamar.



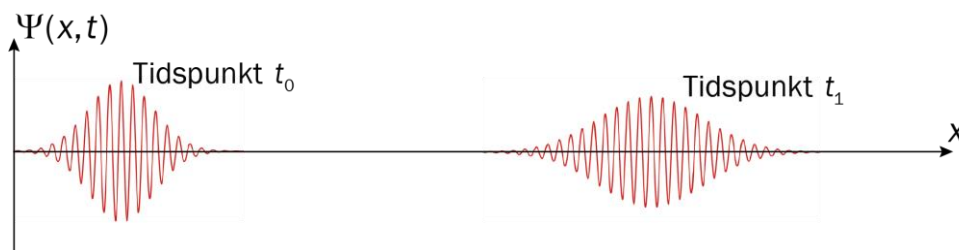
Det er gitt to påstandar:

- 1 Signalet blir først blåforskyvd og deretter raudforskyvd.
- 2 Bølgjelengda til signalet når det blir sendt ut frå planet A, er lik bølgjelengda til signalet når det blir teke imot ved planet B.

Kva er rett?

- A ingen av påstandane
- B berre påstand 1
- C berre påstand 2
- D begge påstandane

- t) Ein kvantepartikkel beveger seg mot høgre i x -retning. Eigenskapane til kvantepartikkelen blir beskrivne av ein bølgjefunksjon Ψ som er avhengig av posisjon og tid. Figuren nedanfor viser bølgjefunksjonen ved to ulike tidspunkt, t_0 og t_1 .



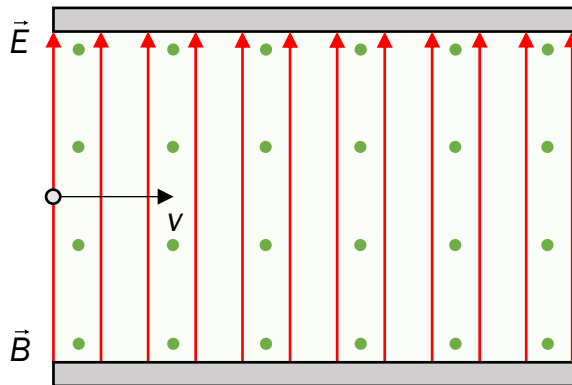
Ved tidspunktet t_0 er uskarpleiken i posisjonen Δx_0 , og den minste moglege uskarpleiken i bevegelsesmengda er Δp_0 .

Kva er rett om uskarpleikane Δx_1 og Δp_1 ved tidspunktet t_1 ?

- A $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- B $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$
- C $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- D $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$

Oppgave 2

- a) Eit elektron beveger seg inn i eit område med både eit homogent elektrisk felt med feltstyrke E , og eit homogent magnetisk felt med flukstettleik B . Det elektriske feltet har retning oppover, mens retninga til det magnetiske feltet er ut av papirplanet. Idet elektronet kjem inn i området, er farten v vinkelrett på begge felta. Sjå bort frå alle andre felt enn det elektriske og det magnetiske feltet.



Elektronet beveger seg i ei rettlinja bane gjennom området.

- 1 Vis at farten til elektronet er gitt ved $v = \frac{E}{B}$.

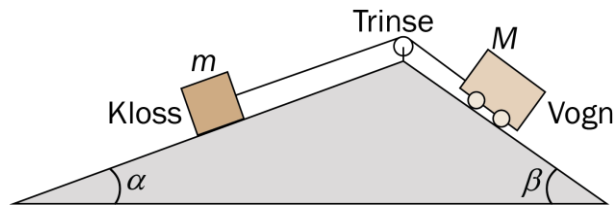
Eit nytt elektron kjem inn i feltet med same fartsretning som det første elektronet, men med ein mindre fart.

Håkon påstår at kraftsummen på det nye elektronet har retning nedover like etter at det kjem inn i området.

Johanna påstår at storleiken på den magnetiske krafta på det nye elektronet vil vere konstant så lenge elektronet beveger seg i området.

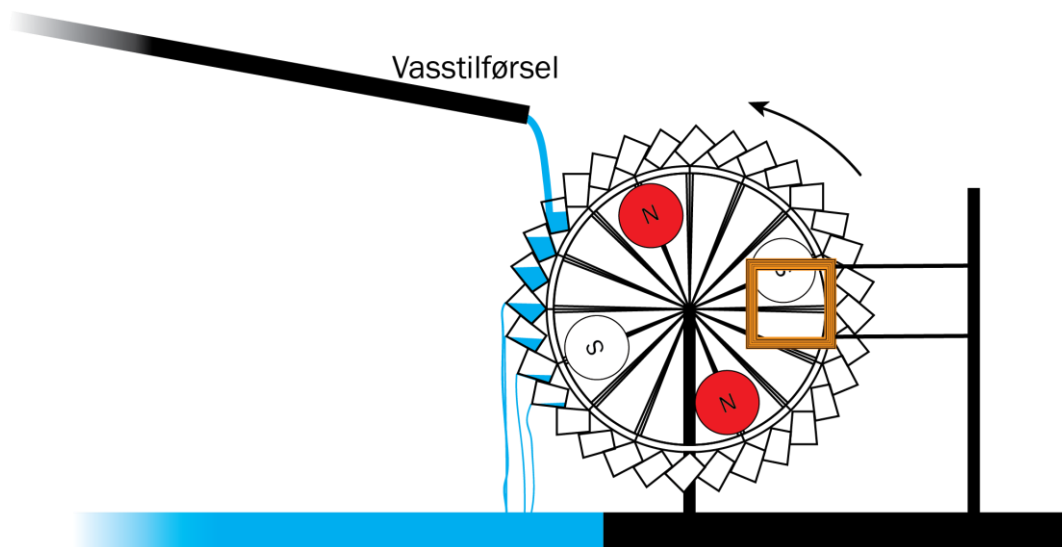
- 2 Vurder påstandane til Håkon og Johanna.

- b) Ein kloss med masse m og ei vogn med masse $M = 2m$ er forbundne med ei snor som går over ei trinse. Gjenstandane er plasserte på kvart sitt skråplan der vinkelen $\beta > \alpha$. Klossen og vognen beveger seg med stram snor. Sjå bort frå friksjon og luftmotstand.



- 1 Teikn ein figur som viser kreftene på klossen.
- 2 Teikn ein figur som viser kreftene på vognen.
- 3 Bestem eit uttrykk for absoluttverdien til akselerasjonen til klossen og vognen.

- c) Eit enkelt vasskraftverk består av eit hjul med vassbeger. Ein vasstilførsel fyller begera, noko som får hjulet til å rotere. Fire magnetar er plasserte på hjulet, med nord- og sørpolen vend utover annankvar gong, som vist i figuren. Magnetane passerer ein spole som blir halden oppe av eit stativ.



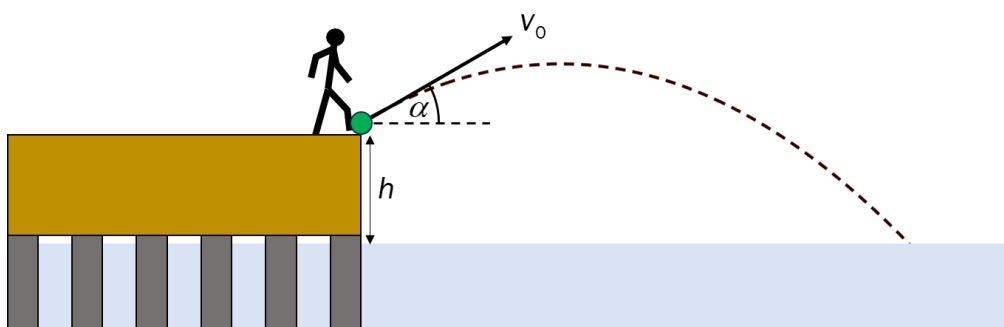
Korleis kan auka vasstilførsel auke den maksimale induserte spenninga i spolen?
Grunngi svaret ditt med Faradays induksjonslov.

Del 2

Oppgave 3

Sjå bort frå luftmotstand i heile oppgåva.

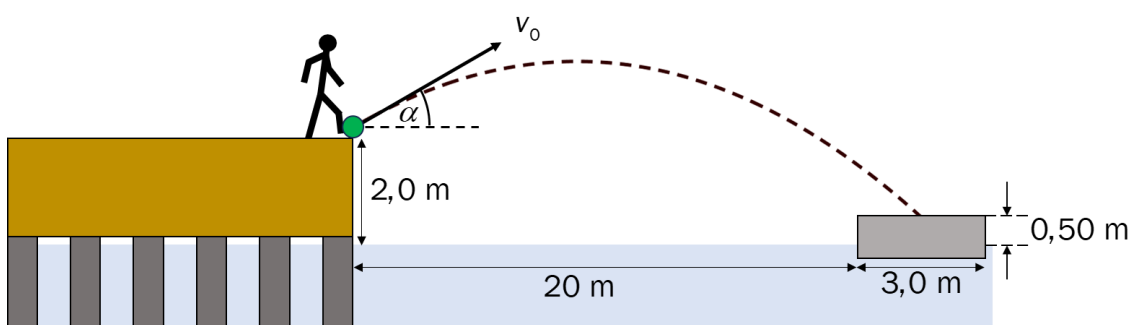
Ein ball blir sparka på skrå ut frå kanten av ei bryggje. Bryggja har ei høgd $h = 2,0$ m over vassflata. Startfarten til ballen $v_0 = 15$ m/s, og utgangsvinkelen $\alpha = 30^\circ$.



- Vis at det tar 1,8 s frå ballen blir sparka og til han treffer vatnet.
- Kor langt frå bryggjekanten målt horisontalt treffer ballen vatnet?

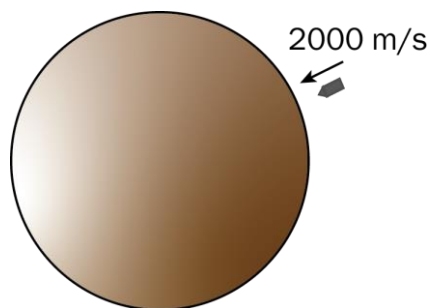
Uti vatnet ligg ein flåte. Flåten har høgd 0,50 m over vassoverflata. Lengda av flåten er 3,0 m. Flåten ligg 20 m frå bryggjekanten. Ballen blir sparka på nytt med same utgangsvinkel frå bryggjekanten.

- Bestem farten ballen må ha for å treffe midt på flåten.



Oppgave 4

I august 2023 kolliderte romsonden Luna-25 med månen. Anta at romsonden hadde ein masse på 30,0 kg og ein fart på 2000 m/s då han kolliderte, og at han berre var påverka av gravitasjonsfeltet frå månen.



- a) Vis at farten til romsonden var 1,44 km/s då han var 900 km unna overflata til månen.

Vi antar at romsonden fall rettlinja mot månen.

- b) Kor lang tid tok det frå romsonden var 900 km unna overflata, til han trefte månen?
Du kan ta utgangspunkt i koden nedanfor.

```
1 r =  
2 v =  
3 t =  
4 dt = 0.001  
5  
6 while :  
7     a =  
8     v =  
9     r =  
10    t = t + dt  
11 print()
```

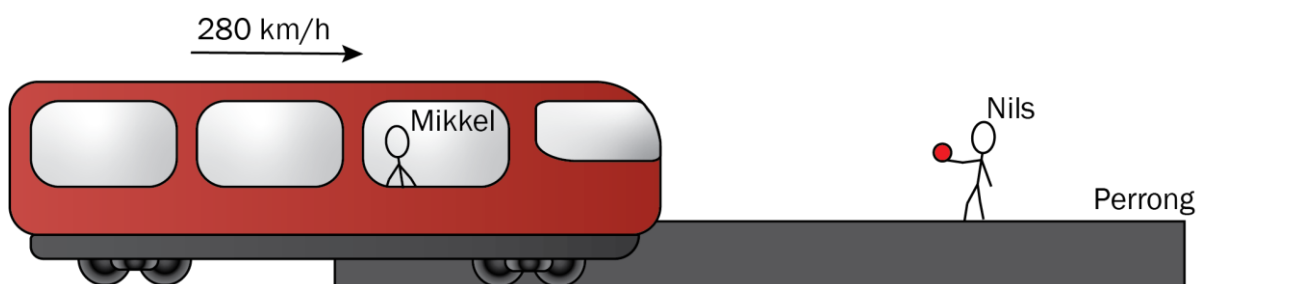
Ein annan romsonde går i ein sirkelbane 900 km over overflata til månen.

- c) Kor stor er rundetida til denne romsonden?

Oppgave 5

I eit tankeeksperiment er lysfarten 300 m/s , og ikkje $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Eit tog køyrer med ein konstant rettlinja fart på 280 km/h forbi ein perrong. Mikkel er i toget, og Nils står på perrongen. Nils slepp ein kuleforma ball idet Mikkel passerer. Nils måler at falltida er $1,00 \text{ s}$, og at diameteren til ballen er $15,9 \text{ cm}$.



- Vil Mikkel måle ei lengre eller kortare falltid enn Nils?
- Kor lang falltid vil Mikkel måle?
- Teikn ei skisse av korleis ballen ser ut for Mikkel idet Mikkel passerer Nils. Bestem aktuelle lengdemål.

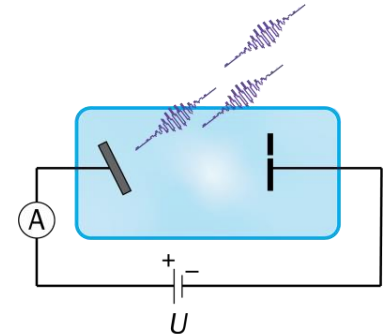
Oppgave 6

Foton med ei bølglengd på 245 nm treffer ei metalloverflate. Elektron blir frigjorde og får ein maksimal kinetisk energi på $1,18 \cdot 10^{-19}$ J.

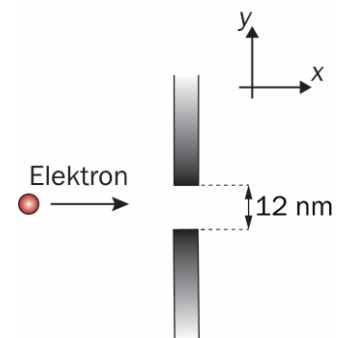
- a) Bestem det fotoelektriske frigjeringsarbeidet frå metalloverflata.

Figuren til høgre viser ein krets der foton treffer ei metalloverflate. Kretsen består også av ei variabel spenningskjelde og eit amperemeter.

- b) Ta utgangspunkt i figuren for å forklare korleis vi kan berekne den maksimale kinetiske energien til elektrona som blir frigjorde frå metalloverflata.



Den variable spenningskjelda blir skrudd av. Nokre av elektrona som blir frigjorde, går gjennom ei spalteopning i metallplata til høgre i kretsen. Elektrona beveger seg i x-retning, og spalta har ei opning på 12 nm i y-retning. Sjå figuren til høgre. Anta at posisjonen til elektrona som går gjennom spalta, har ein uskarpleik på 12 nm i y-retning.



- c) Bestem den minste moglege uskarpleiken til bevegelsesmengda til elektrona i y-retning.

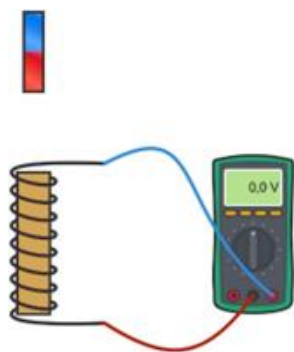
Ei anna spalte, med like stor opning, blir plassert på linje bak den første spalta.



- d) Ta utgangspunkt i at elektron er kvantepartiklar for å forklare at eit elektron som går gjennom den første spalta, ikkje nødvendigvis går gjennom den andre spalta.

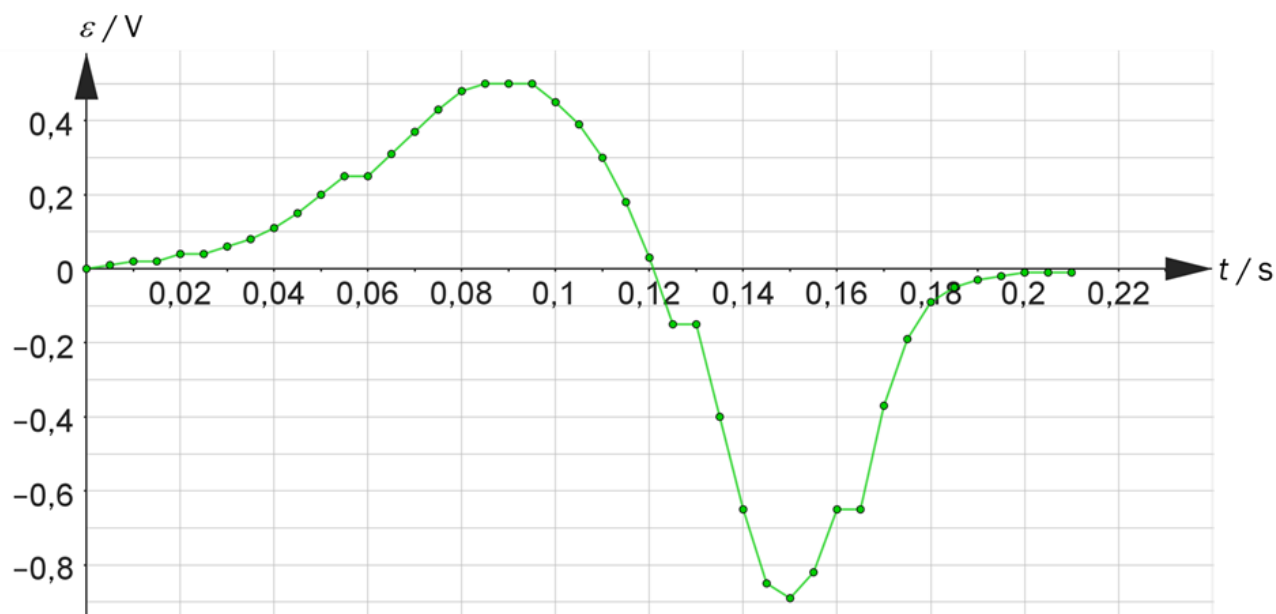
Oppgave 7

Ein stavmagnet blir sleppt frå ro, med nordpolen ned, gjennom ein spole.



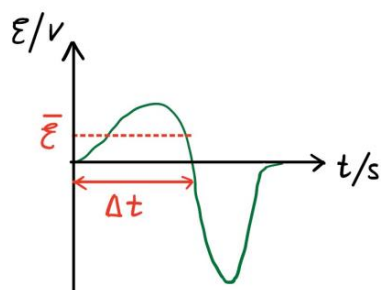
- a) 1 Kva retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven fell mot spolen?
2 Kva retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven forlèt spolen?

Nokre elevar gjer eit forsøk der dei bruker ein dataloggar til å måle den induserte spenninga ε (ems) over spolen når magneten fell gjennom spolen. Grafen nedanfor viser resultatata av dette forsøket.



- b) Kvifor er absoluttverdien av den maksimale emsen mindre når magneten kjem inn i spolen, enn når magneten forlèt spolen?

Ut frå grafen har elevane funne at absoluttverdien av den gjennomsnittlege emsen $\bar{\varepsilon}$ når magneten kjem inn i spolen, er 0,23 V, og at absoluttverdien av den gjennomsnittlege emsen når magneten forlèt spolen, er 0,31 V. Spolen har 600 vindingar.



- c) Bruk Faradays induksjonslov til å bestemme absoluttverdien av endringa i magnetisk fluks i intervallet $0 < t < 0,12$ s, og i intervallet $0,12 \text{ s} < t < 0,21$ s. Kommenter svaret.

Elevane gjentek forsøket med ein ny magnet. Dei slepp magneten frå ulike høgder gjennom den same spolen. Dei måler den gjennomsnittlege emsen $\bar{\varepsilon}$ i tidsintervallet Δt når magneten kjem inn i spolen. Nedanfor ser du måleresultata. Anta at usikkerheita i tida Δt er 5 % og usikkerheita i $\bar{\varepsilon}$ er 1 %.

| Forsøk | $\Delta t / \text{s}$ | $\bar{\varepsilon} / \text{V}$ |
|--------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 0,12 | 0,22 |
| 2 | 0,11 | 0,24 |
| 3 | 0,10 | 0,27 |
| 4 | 0,088 | 0,30 |
| 5 | 0,084 | 0,33 |
| 6 | 0,075 | 0,37 |
| 7 | 0,072 | 0,38 |
| 8 | 0,069 | 0,40 |

- d) Vurder om måleresultata er i samsvar med Faradays induksjonslov.

Bokmål

| Eksamensinformasjon | |
|--|--|
| Eksamenstid | <p>Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer.</p> <p>Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.</p> |
| Tillatte hjelpemidler under eksamen | <p>Del 1: skrivesaker, passer, linjal, vinkelmåler og vedlegg i oppgavesettet Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.</p> <p>Ved bruk av nettbaserte hjelpemidler under eksamen har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.</p> |
| Bruk av kilder | <p>Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.</p> <p>Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p> |
| Vedlegg | <ol style="list-style-type: none">1 Faktavedlegg2 Formelvedlegg3 Programmeringsvedlegg4 Eget svarark for oppgave 1 |
| Vedlegg som skal leveres inn | <p>Vedlegg 4: Eget svarark for oppgave 1 finner du bakerst i eksamenssettet.</p> |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Informasjon om oppgavene | <p>Oppgave 1 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar blir regnet som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C eller D.</p> <p>Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 4, som ligger helt til sist i eksamenssettet. Svararket skal du rive løs fra oppgavesettet og levere inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.</p> <p>Del 1 har 2 oppgaver. Del 2 har 5 oppgaver.</p> |
| Informasjon om vurderingen | <p>Vurderingskriteriene er gruppert i fire kompetanseområder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • problemløsning • databehandling • programmering • presentasjon <p>De to delene av besvarelsen, del 1 og del 2, vil bli vurdert som en helhet ved bruk av vurderingskriteriene og sensorenes faglige skjønn. Sensorene skal først og fremst se etter fysikkforståelsen i besvarelsen. Det er derfor viktig at svarene på oppgave 2 og del 2 er begrunnet, og at resonnementene kommer tydelig fram. Du vil ikke nødvendigvis tjene på å skrive svært langt. Et kortere og klart svar er ofte bedre enn et langt og utflytende svar.</p> <p>Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av eksamenssvaret. De to delene av svaret, del 1 og del 2, blir vurdert under ett. Oppgave 1 og 2 på del 1 teller omtrent likt. Del 2 teller omtrent 60 prosent av hele settet.</p> |
| Kilder | <p>Grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet</p> |

Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarark i vedlegg 4.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

- a) En fallskjermhopper kaster seg ut fra et fly som beveger seg med konstant og horisontal fart. I løpet av 15 sekunder får fallskjermhopperen tilnærmet konstant, rettlinjet fart.

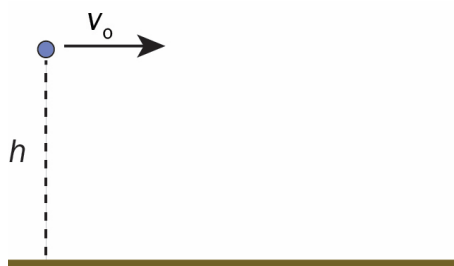


Hvilket utsagn er riktig for tidsintervallet på 15 sekunder?

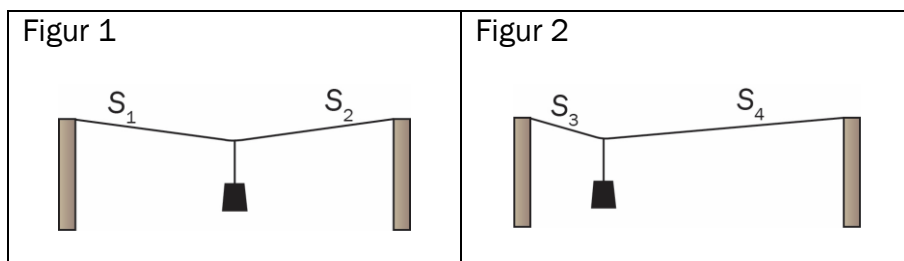
- A Absoluttverdien av den horisontale fartskomponenten er konstant.
 - B Absoluttverdien av den horisontale akselerasjonskomponenten er konstant.
 - C Absoluttverdien av den vertikale fartskomponenten minker.
 - D Absoluttverdien av den vertikale akselerasjonskomponenten minker.
- b) Ei kule skytes ut med en horisontal fart v_0 fra et gevær i en høyde h over et horisontalt underlag. Se bort fra luftmotstand.

Hvor lang tid tar det før kula treffer underlaget?

- A $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- B $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- C $\frac{2h}{g}$
- D $\frac{h}{g}$



- c) Figurene viser et lodd som henger i ro. Loddet er festet til to snorer, som igjen er festet til toppen av to like høye stolper. I figur 1 henger loddet midt mellom stolpene. I figur 2 henger loddet til venstre for midten. Vi har snorkreftene S_1, S_2, S_3 og S_4 på henholdsvis snor 1, 2, 3 og 4.



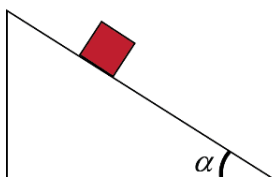
Det er gitt to påstander:

- 1 $S_1 > S_2$
- 2 $S_3 > S_4$

Hva er riktig?

- A ingen av påstandene
- B bare påstand 1
- C bare påstand 2
- D begge påstandene

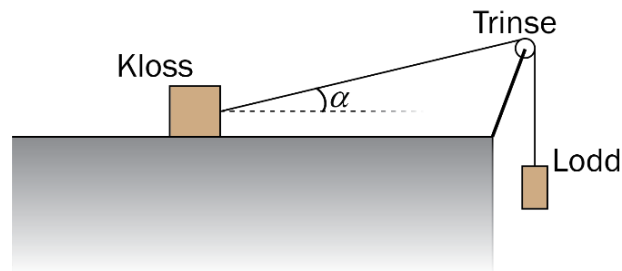
- d) En kloss glir nedover et skråplan med helningsvinkel α . Friksjonstallet mellom klossen og skråplanet er 0,20. Se bort fra luftmotstand.



Hvor stor er akselerasjonen til klossen når den glir nedover skråplanet?

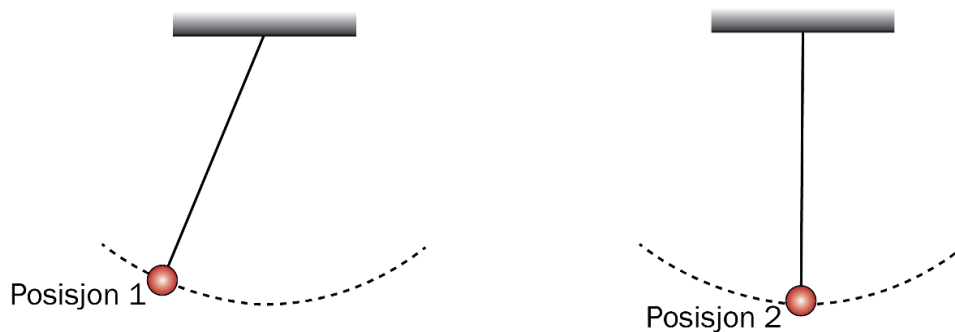
- A $g \sin \alpha$
- B $g(\sin \alpha - 0,20 \cos \alpha)$
- C $g(\sin \alpha + 0,20 \cos \alpha)$
- D $g(\cos \alpha + 0,20 \sin \alpha)$

- e) En kloss blir trukket horisontalt langs et bord av ei snor. Snora går over ei trinse og videre til et lodd. Snora danner vinkelen α med horisontalen. Vinkelen endres når klossen beveger seg. Hele klossens underside er i kontakt med bordet under bevegelsen. Se bort fra all friksjon og luftmotstand.



Når klossen beveger seg, vil

- A akselerasjonen øke
 - B akselerasjonen avta
 - C akselerasjonen være konstant
 - D akselerasjonen være null
- f) Ei kule er festet i ei masseløs snor og svinger fram og tilbake mellom to ytterstillinger. Vi ser på kula når den er ved to ulike posisjoner. Se bort fra luftmotstand.



Det er gitt to påstander om summen av kreftene på kula:

- 1 Summen av kreftene peker i samme retning som snorkraften når kula er i posisjon 1.
- 2 Summen av kreftene peker i samme retning som snorkraften når kula er i posisjon 2.

Hva er riktig?

- A ingen av påstandene
- B bare påstand 1
- C bare påstand 2
- D begge påstandene

g) En kloss med masse m glir ned overflata på en sirkelformet bane med radius r . Figuren viser hvordan tyngdekraften G dekomponeres i et gitt punkt der klossen glir med farten v .

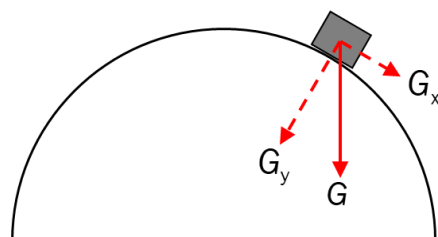
Hva er riktig uttrykk for normalkraften N ?

A $N = G$

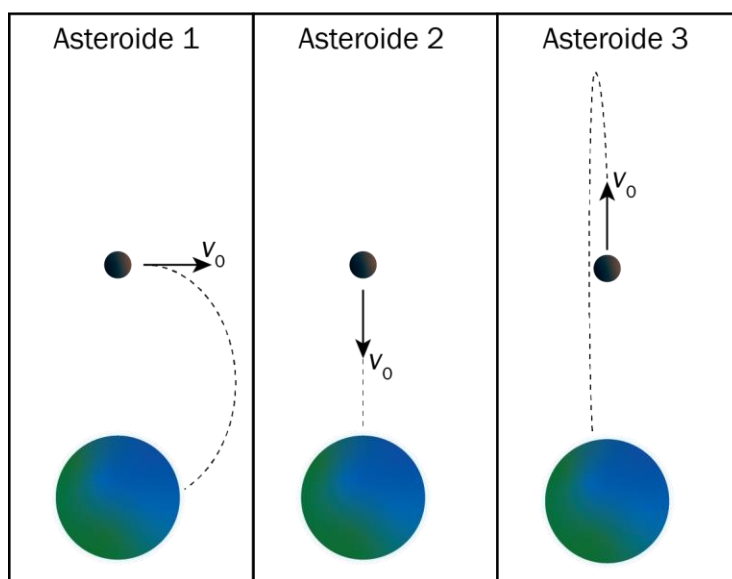
B $N = G_y - \frac{mv^2}{r}$

C $N = \frac{mv^2}{r} - G_y$

D $N = G_y + \frac{mv^2}{r}$



h) Tre identiske asteroider kolliderer med jorda. Alle asteroidene har farten v_0 når de er i en bestemt avstand fra jorda, men retningen de beveger seg i når de er i denne avstanden, er forskjellig. Se figur. Se bort fra luftmotstand.

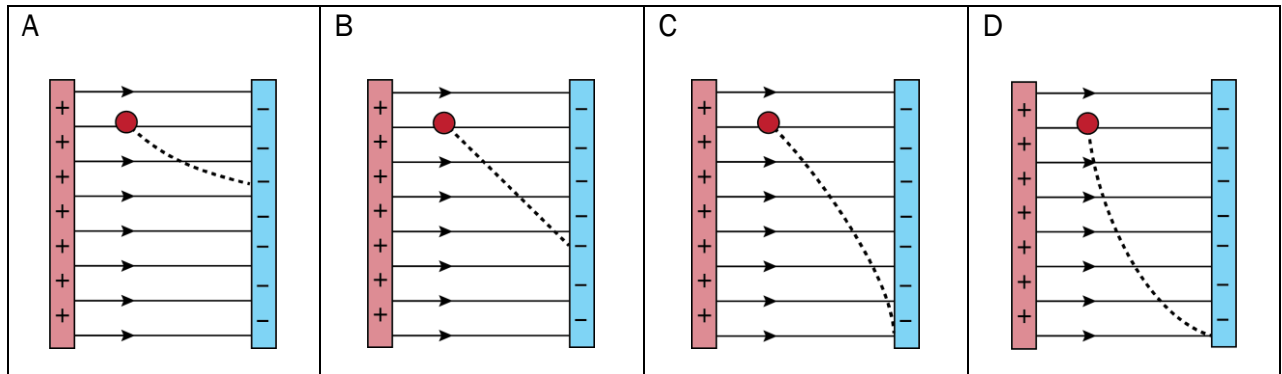


Hva er riktig?

- A Asteroide 1 treffer jorda med minst fart.
- B Asteroide 2 treffer jorda med minst fart.
- C Asteroide 3 treffer jorda med minst fart.
- D Asteroidene treffer jorda med like stor fart.

- i) En positivt ladd partikkel slippes **fra ro** i et område mellom to vertikale plater der det er et homogent elektrisk felt og et homogent gravitasjonsfelt. Det elektriske feltet er vannrett og peker mot høyre, og gravitasjonsfeltet peker nedover. Partikkelen er bare påvirket av tyngdekraften og kraften fra det elektriske feltet.

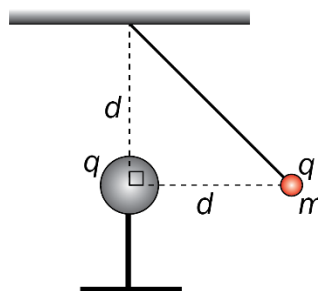
Hvilken bane vil partikkelen følge?



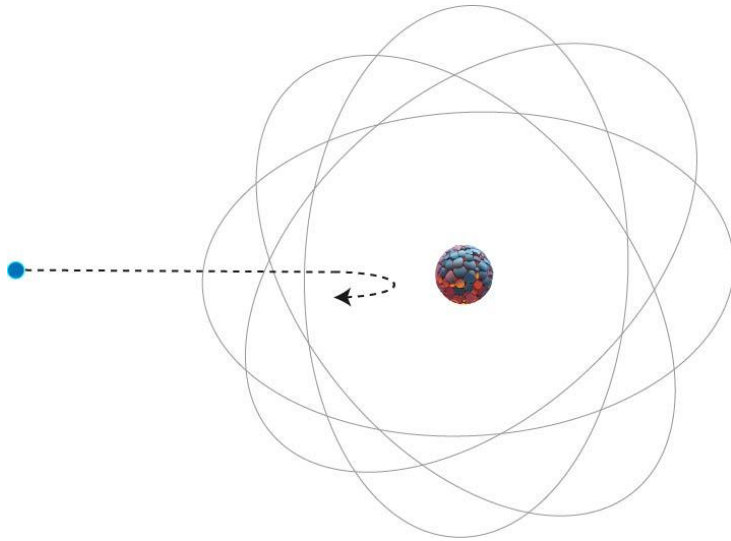
- j) Ei kule med masse m henger i ro i ei snor i det elektriske feltet fra ei annen kule. Den andre kula er festet til ei stang vertikalt nedenfor opphengingspunktet. Begge kulene har ladning q . Opphengingspunktet og kulene danner en rettvinklet trekant, hvor katetene har lengde d .

Hva er riktig uttrykk for ladningen q ?

- A $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{2k_e}}$
 B $q = d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$
 C $q = d \cdot \sqrt{\frac{2mg}{k_e}}$
 D $q = 2d \cdot \sqrt{\frac{mg}{k_e}}$



- k) En heliumkjerne sendes mot en større atomkjerne. Programmet nedenfor finner tiden det tar for heliumkjernen å bevege seg fra en avstand r til en avstand d fra den større kjernen.

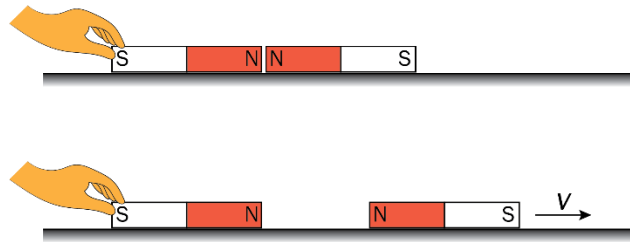


```
1  q = 2*1.60E-19
2  Q = 79*1.60E-19
3  k = 8.99E9
4  m = 6.645E-27
5
6  r = 1E-10
7  v = 2.9E7
8  d = 1.1E-13
9  t = 0
10 dt = 1.0E-22
11
12 while r > d:
13     a =
14     v = v + a*dt
15     r = r - v*dt
16     t = t + dt
17 print(t)
```

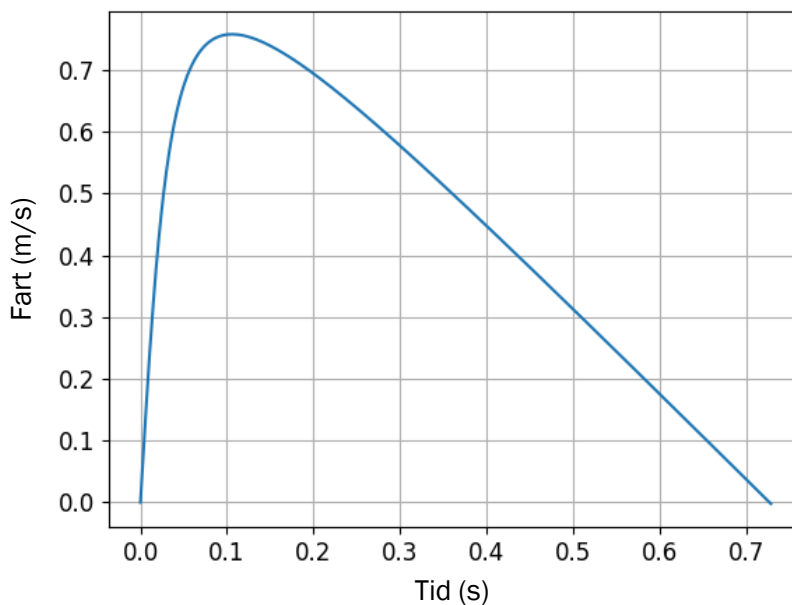
Hva skal stå på linje 13?

- A $a = k*Q*q/(r**2*m)$
- B $a = k*Q*q/(r*2*m)$
- C $a = - k*Q*q/(r**2*m)$
- D $a = - k*Q*q/(r*2*m)$

- l) To magneter ligger inntil hverandre og med like poler mot hverandre. Magneten til venstre holdes fast. Magneten til høyre slippes og beveger seg rett fram på et horisontalt underlag før den stanser. Det virker friksjon mellom magneten og underlaget. Se bort fra luftmotstand.



Grafen viser magneten til høyre sin fart v som funksjon av tiden.



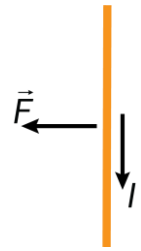
Hva er riktig?

- A Ved tiden 0,1 s er akselerasjonen til magneten størst.
- B Ved tiden 0,1 s er friksjonskraften og den magnetiske frastøttingskraften like store.
- C Ved tiden 0,2 s er friksjonskraften mindre enn den magnetiske frastøttingskraften.
- D Magneten beveger seg høyst 15 cm før den stanser.

m) En rett, strømførende leder er i et homogent magnetfelt med flukstetthet (feltstyrke) 0,50 T. Magnetfeltet har retning vinkelrett på papirplanet. Den magnetiske kraften som virker på 0,25 m av lederen, er 2,0 N og har retning til venstre. Strømretningen er nedover.

Hvilken retning har magnetfeltet, og hvor stor er strømmen gjennom lederen?

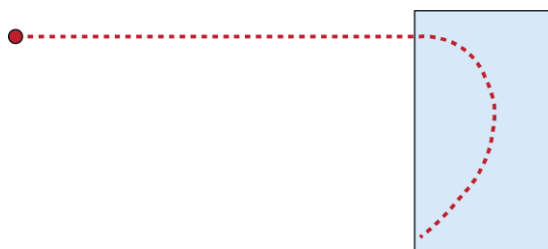
| | Magnetfeltet | Strømmen |
|---|---------------|----------|
| A | inn i papiret | 16 A |
| B | inn i papiret | 8,0 A |
| C | ut av papiret | 16 A |
| D | ut av papiret | 8,0 A |



n) En ladd partikkel sendes inn i et område med et homogent magnetfelt med flukstetthet B . Magnetfeltet har retning vinkelrett på papirplanet. Figuren viser halvsirkelbanen partikkelen følger.



En identisk partikkel med like stor fart sendes inn i det samme området. Flukstettheten er fortsatt B idet partikkelen kommer inn, men endres mens partikkelen beveger seg i området. Magnetfeltet skifter ikke retning under bevegelsen. Figuren nedenfor viser banen partikkelen følger. Se bort fra alle andre krefter enn den magnetiske kraften.

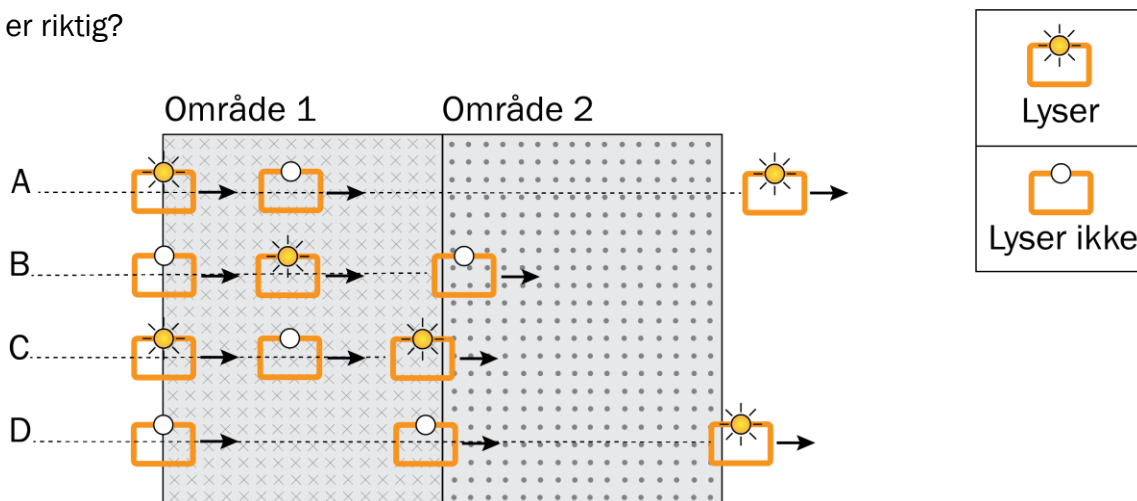


Hva er riktig?

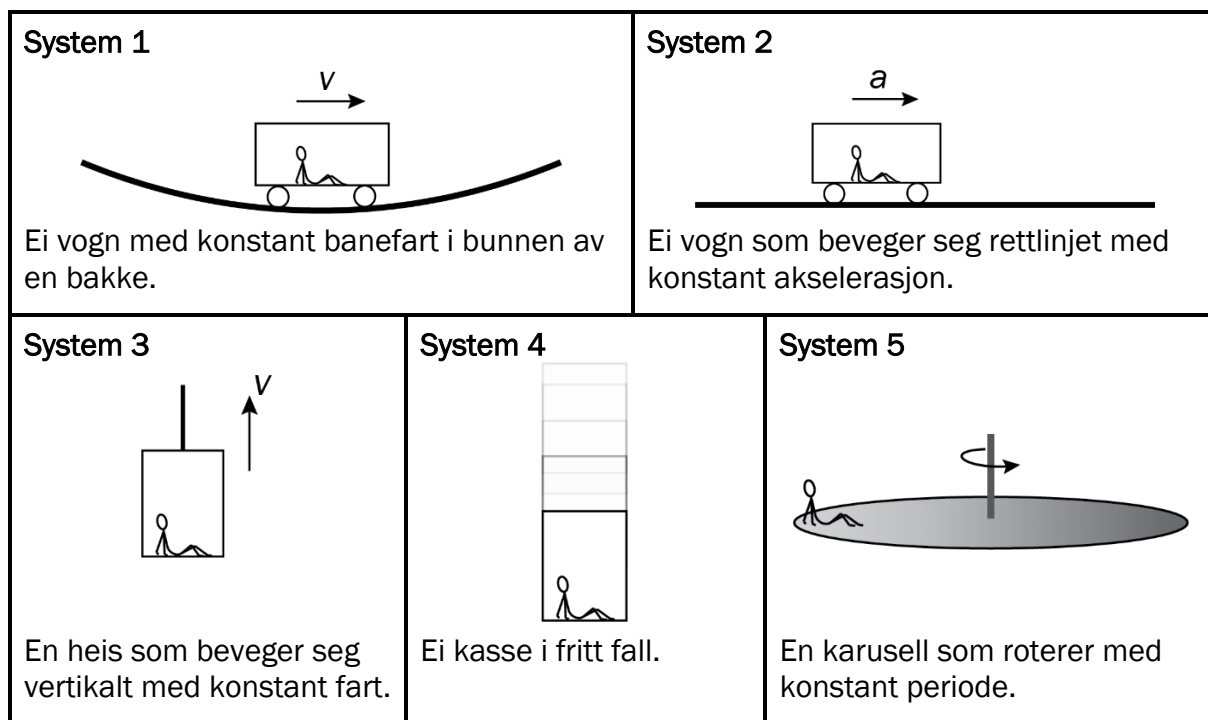
- A Både flukstettheten og farten minker.
- B Flukstettheten minker, men farten endres ikke.
- C Både flukstettheten og farten øker.
- D Flukstettheten øker, men farten endres ikke.

o) Ei lukket strømsløyfe er koblet til ei lyspære. Lyspæra lyser når det går strøm gjennom sløyfa, og lyser ikke når det ikke går strøm gjennom sløyfa, uansett strømretning. Sløyfa går med en konstant fart gjennom to områder med motsatt rettet magnetfelt.

Hva er riktig?



p) Figuren viser en person i fem ulike referansesystemer i et homogent gravitasjonsfelt.



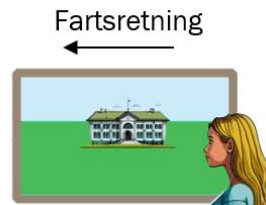
Hvilke systemer eller hvilket system er et treghetssystem ifølge den **spesielle** relativitetsteorien?

- A bare system 1 og 3
- B bare system 1 og 5
- C bare system 2 og 4
- D bare system 3

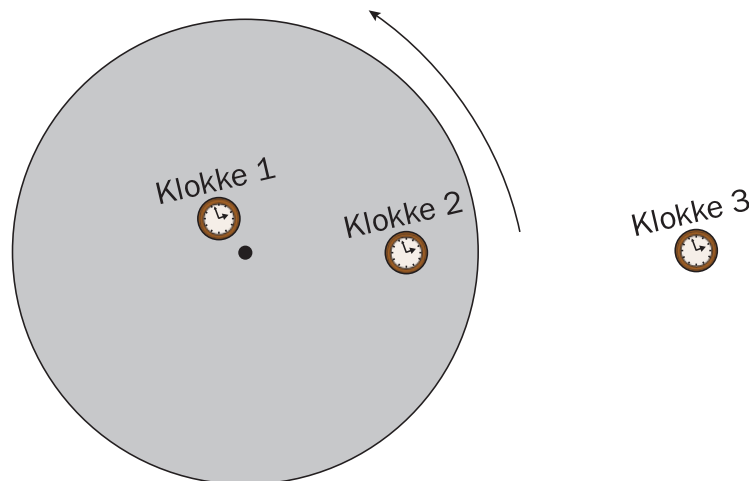
- q) Line er på skolen og måler at skolebygningen er 36 m lang. I et tankeeksperiment passerer hun skolebygningen i et tog med svært stor fart, slik at lorentzfaktoren $\gamma = 4,0$. Fartsretningen til toget er vist i figuren.

Hvor lang er skolebygningen observert fra togvinduet?

- A 9,0 m
- B 18 m
- C 32 m
- D 0,14 km



- r) Klokke 1 og klokke 2 er festet til en hurtig roterende skive som ligger horisontalt. Klokke 1 er festet nær sentrum, og klokke 2 er festet nær kanten av skiva. Klokke 3 ligger i ro på utsiden av skiva i samme høyde som de andre klokkene.



Det er gitt to påstander:

- 1 Klokke 1 og klokke 2 går like raskt.
- 2 Klokke 2 går raskere enn klokke 3.

Hva er riktig?

- A ingen av påstandene
- B bare påstand 1
- C bare påstand 2
- D begge påstandene

- s) Et lyssignal sendes fra overflata av planet A til overflata av planet B. Planetene er identiske. Se bort fra planetenes bevegelse og alle andre himmellegemer.



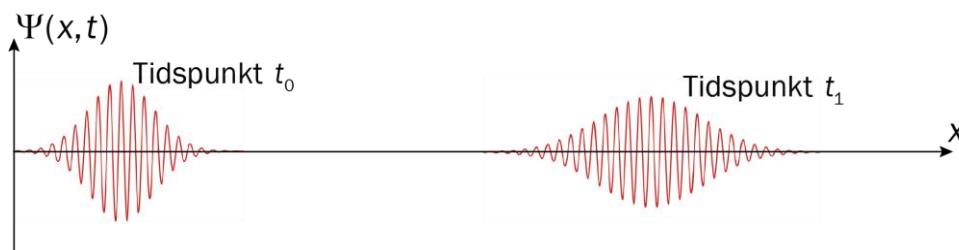
Det er gitt to påstander:

- 1 Signalet blir først blåforskjøvet og deretter rødforskjøvet.
- 2 Bølgelengden til signalet når det sendes ut fra planet A, er lik bølgelengden til signalet når det mottas ved planet B.

Hva er riktig?

- A ingen av påstandene
- B bare påstand 1
- C bare påstand 2
- D begge påstandene

- t) En kvantepartikkel beveger seg mot høyre i x -retning. Egenskapene til kvantepartikkelen beskrives av en bølgefunksjon Ψ som er avhengig av posisjon og tid. Figuren nedenfor viser bølgefunksjonen ved to ulike tidspunkter, t_0 og t_1 .



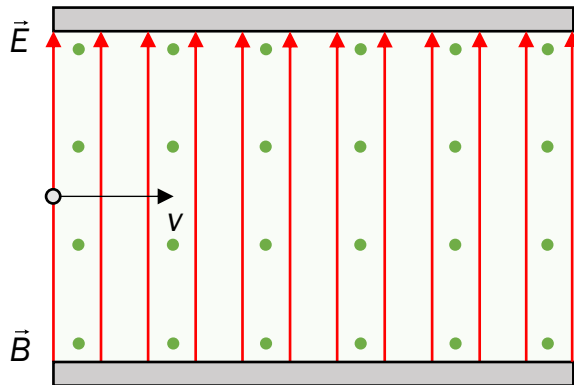
Ved tidspunktet t_0 er uskarpheten i posisjonen Δx_0 , og den minste mulige uskarpheten i bevegelsesmengden er Δp_0 .

Hva er riktig om uskarphetene Δx_1 og Δp_1 ved tidspunktet t_1 ?

- A $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- B $\Delta x_1 > \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$
- C $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 > \Delta p_0$
- D $\Delta x_1 < \Delta x_0$ og $\Delta p_1 < \Delta p_0$

Oppgave 2

- a) Et elektron beveger seg inn i et område med både et homogent elektrisk felt med feltstyrke E , og et homogent magnetisk felt med flukstetthet B . Det elektriske feltet har retning oppover, mens retningen til det magnetiske feltet er ut av papirplanet. Idet elektronet kommer inn i området, er farten v vinkelrett på begge feltene. Se bort fra alle andre felt enn det elektriske og det magnetiske feltet.



Elektronet beveger seg i en rettlinjet bane gjennom området.

- 1 Vis at farten til elektronet er gitt ved $v = \frac{E}{B}$.

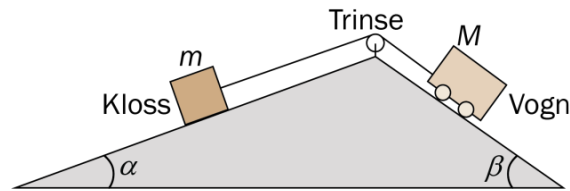
Et nytt elektron kommer inn i feltet med samme fartsretning som det første elektronet, men med en mindre fart.

Håkon påstår at kraftsummen på det nye elektronet har retning nedover like etter at det kommer inn i området.

Johanna påstår at størrelsen på den magnetiske kraften på det nye elektronet vil være konstant så lenge elektronet beveger seg i området.

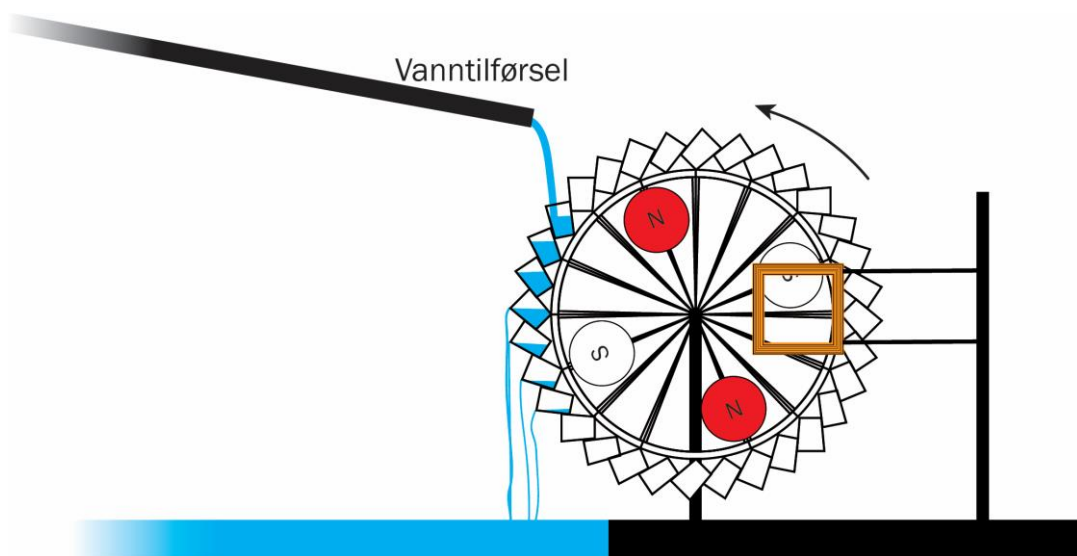
- 2 Vurder påstandene til Håkon og Johanna.

- b) En kloss med masse m og ei vogn med masse $M = 2m$ er forbundet med ei snor som går over ei trinse. Gjenstandene er plassert på hvert sitt skråplan der vinkelen $\beta > \alpha$. Klossen og vognen beveger seg med stram snor. Se bort fra friksjon og luftmotstand.



- 1 Tegn en figur som viser kreftene på klossen.
- 2 Tegn en figur som viser kreftene på vognen.
- 3 Bestem et uttrykk for absoluttverdien til akselerasjonen til klossen og vognen.

- c) Et enkelt vannkraftverk består av et hjul med vannbegre. En vanntilførsel fyller begrene, noe som får hjulet til å rotere. Fire magneter er plassert på hjulet, med nord- og sørpolen vendt utover annenhver gang, som vist i figuren. Magnetene passerer en spole som holdes oppe av et stativ.



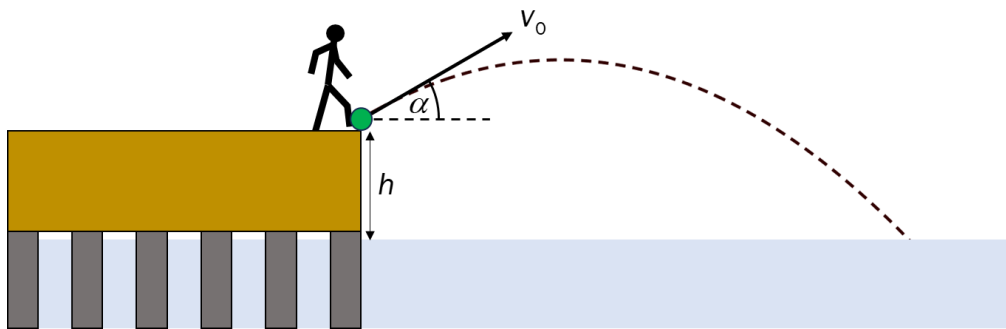
Hvordan kan økt vanntilførsel øke den maksimale induerte spenningen i spolen?
Begrunn svaret ditt med Faradays induksjonslov.

Del 2

Oppgave 3

Se bort fra luftmotstand i hele oppgaven.

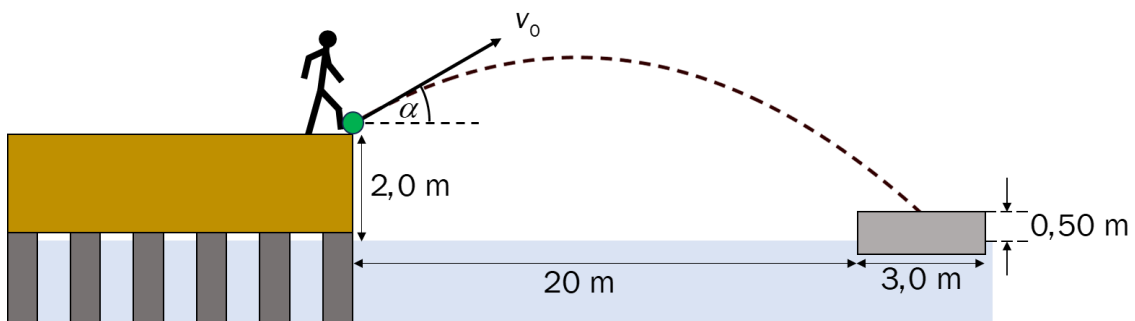
En ball sparkes på skrå ut fra kanten av ei brygge. Brygga har en høyde $h = 2,0$ m over vannflata. Startfarten til ballen $v_0 = 15$ m/s, og utgangsvinkelen $\alpha = 30^\circ$.



- Vis at det tar $1,8$ s fra ballen sparkes og til den treffer vannet.
- Hvor langt fra bryggekannten målt horisontalt treffer ballen vannet?

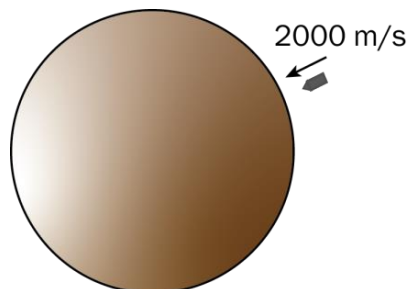
Uti vannet ligger en flåte. Flåten har høyde $0,50$ m over vannoverflata. Lengden av flåten er $3,0$ m. Flåten ligger 20 m fra bryggekannten. Ballen sparkes på nytt med samme utgangsvinkel fra bryggekannten.

- Bestem farten ballen må ha for å treffe midt på flåten.



Oppgave 4

I august 2023 kolliderte romsonden Luna-25 med månen. Anta at romsonden hadde en masse på 30,0 kg og en fart på 2000 m/s da den kolliderte, og at den kun var påvirket av gravitasjonsfeltet fra månen.



- a) Vis at farten til romsonden var 1,44 km/s da den var 900 km unna månens overflate.

Vi antar at romsonden falt rettlinjet mot månen.

- b) Hvor lang tid tok det fra romsonden var 900 km unna overflata, til den traff månen?
Du kan ta utgangspunkt i koden nedenfor.

```
1 r =  
2 v =  
3 t =  
4 dt = 0.001  
5  
6 while :  
7     a =  
8     v =  
9     r =  
10    t = t + dt  
11 print()
```

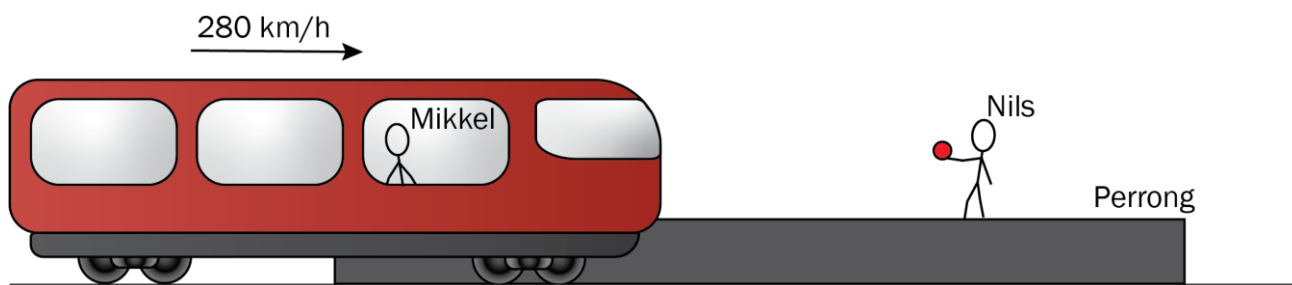
En annen romsonde går i en sirkelbane 900 km over overflata til månen.

- c) Hvor stor er rundetiden til denne romsonden?

Oppgave 5

I et tankeeksperiment er lysfarten 300 m/s , og ikke $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Et tog kjører med en konstant rettlinjet fart på 280 km/h forbi en perrong. Mikkel er i toget, og Nils står på perrongen. Nils slipper en kuleformet ball idet Mikkel passerer. Nils måler at falltiden er $1,00 \text{ s}$, og at ballens diameter er $15,9 \text{ cm}$.



- Vil Mikkel måle en lengre eller kortere falltid enn Nils?
- Hvor lang falltid vil Mikkel måle?
- Tegn en skisse av hvordan ballen ser ut for Mikkel idet Mikkel passerer Nils. Bestem aktuelle lengdemål.

Oppgave 6

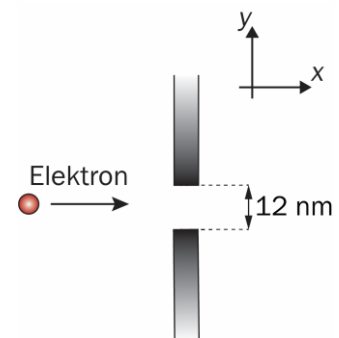
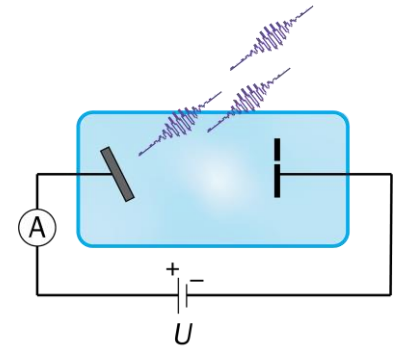
Fotoner med en bølglengde på 245 nm treffer en metaloverflate. Elektroner frigjøres og får en maksimal kinetisk energi på $1,18 \cdot 10^{-19}$ J.

- a) Bestem det fotoelektriske frigjøringsarbeidet fra metaloverflata.

Figuren til høyre viser en krets hvor fotoner treffer en metaloverflate. Kretsen består også av en variabel spenningskilde og et amperemeter.

- b) Ta utgangspunkt i figuren for å forklare hvordan vi kan beregne den maksimale kinetiske energien til elektronene som frigjøres fra metaloverflata.

Den variable spenningskilden blir skrudd av. Noen av elektronene som frigjøres, går gjennom en spalteåpning i metallplata til høyre i kretsen. Elektronene beveger seg i x-retning, og spalten har en åpning på 12 nm i y-retning. Se figuren til høyre. Anta at posisjonen til elektronene som går gjennom spalten, har en uskarphet på 12 nm i y-retning.



- c) Bestem den minste mulige uskarpheten til elektronenes bevegelsesmengde i y-retning.

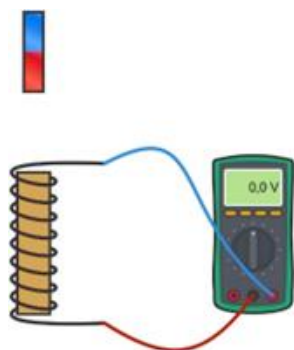
En annen spalte, med like stor åpning, plasseres på linje bak den første spalten.



- d) Ta utgangspunkt i at elektroner er kvantepartikler for å forklare at et elektron som går gjennom den første spalten, ikke nødvendigvis går gjennom den andre spalten.

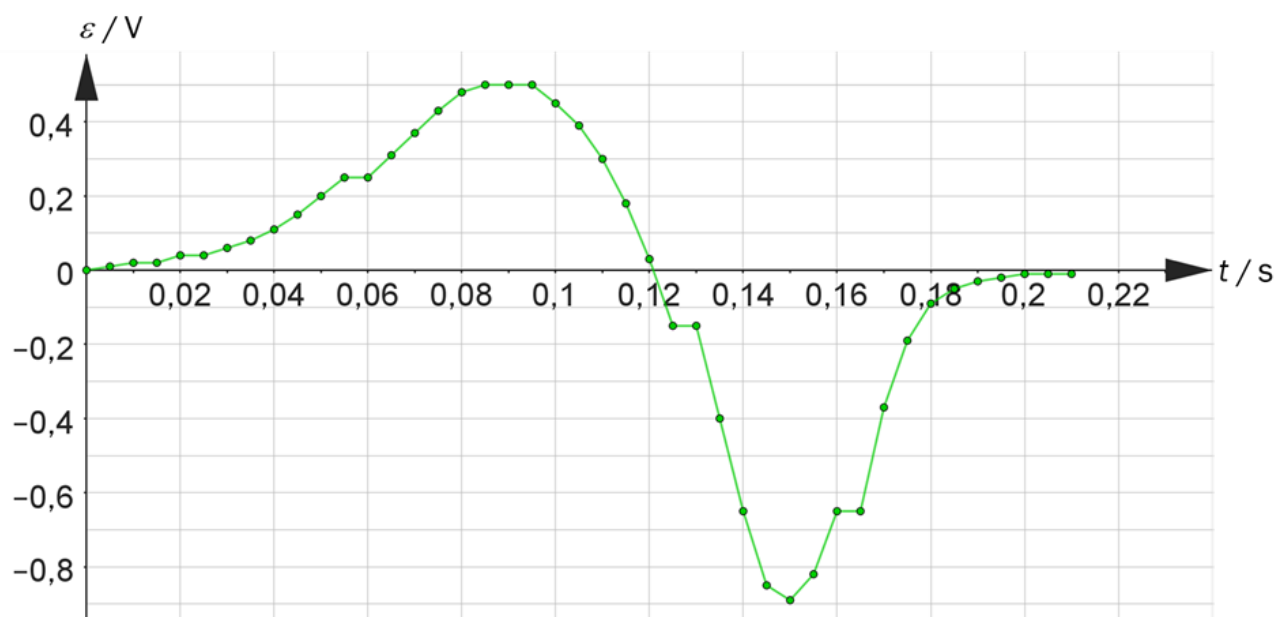
Oppgave 7

En stavmagnet slippes fra ro, med nordpolen ned, gjennom en spole.



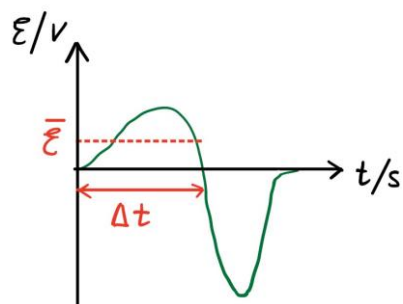
- a) 1 Hvilken retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven faller mot spolen?
2 Hvilken retning har det induserte magnetfeltet inne i spolen når staven forlater spolen?

Noen elever gjør et forsøk der de bruker en datalogger til å måle den induserte spenningen ε (ems) over spolen når magneten faller gjennom spolen. Grafen nedenfor viser resultatene av dette forsøket.



- b) Hvorfor er absoluttverdien av den maksimale emsen mindre når magneten kommer inn i spolen, enn når magneten forlater spolen?

Ut fra grafen har elevene funnet at absoluttverdien av den gjennomsnittlige emsen $\bar{\varepsilon}$ når magneten kommer inn i spolen, er 0,23 V, og at absoluttverdien av den gjennomsnittlige emsen når magneten forlater spolen, er 0,31 V. Spolen har 600 vindinger.



- c) Bruk Faradays induksjonslov til å bestemme absoluttverdien av endringen i magnetisk fluks i intervallet $0 < t < 0,12$ s, og i intervallet $0,12 \text{ s} < t < 0,21$ s. Kommenter svaret.

Elevene gjentar forsøket med en ny magnet. De slipper magneten fra ulike høyder gjennom den samme spolen. De måler den gjennomsnittlige emsen $\bar{\varepsilon}$ i tidsintervallet Δt når magneten kommer inn i spolen. Nedenfor ser du måleresultatene. Anta at usikkerheten i tiden Δt er 5 % og usikkerheten i $\bar{\varepsilon}$ er 1 %.

| Forsøk | $\Delta t / \text{s}$ | $\bar{\varepsilon} / \text{V}$ |
|--------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 0,12 | 0,22 |
| 2 | 0,11 | 0,24 |
| 3 | 0,10 | 0,27 |
| 4 | 0,088 | 0,30 |
| 5 | 0,084 | 0,33 |
| 6 | 0,075 | 0,37 |
| 7 | 0,072 | 0,38 |
| 8 | 0,069 | 0,40 |

- d) Vurder om måleresultatene er i samsvar med Faradays induksjonslov.

Faktavedlegg

Vedlegget kan brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

Vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

| | | |
|------------------------|---|--|
| Fysikkonstantar | Atommasseeininga (u) | $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg |
| | Biot-Savart-konstanten (k_m) | $2 \cdot 10^{-7}$ N/A ² (eksakt) |
| | Coulombkonstanten (k_e) | $8,99 \cdot 10^9$ Nm ² /C ² |
| | Elementærladninga (e) | $1,602 \cdot 10^{-19}$ C |
| | Gravitasjonskonstanten (γ) | $6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm ² /kg ² |
| | Lysfarten i vakuum (c) | $3,00 \cdot 10^8$ m/s |
| | Planckkonstanten (h) | $6,63 \cdot 10^{-34}$ Js |
| | Bohrs konstant (B) | $2,18 \cdot 10^{-18}$ J |
| Partikkelmassar | Elektron (m_e) | $9,109 \cdot 10^{-31}$ kg |
| | Muon (m_μ) | $1,884 \cdot 10^{-28}$ kg |
| | Ladd pi-meson (m_π) | $2,488 \cdot 10^{-28}$ kg |
| | Nøytralt pi-meson (m_{π^0}) | $2,406 \cdot 10^{-28}$ kg |
| | Proton (m_p) | $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg |
| | Nøytron (m_n) | $1,675 \cdot 10^{-27}$ kg |
| | Alfapartikkel/heliumkjerne (m_α) | $6,645 \cdot 10^{-27}$ kg |
| Jorda | Ekvatorradius | 6378 km |
| | Polradius | 6357 km |
| | Middelradius | 6371 km |
| | Masse | $5,97 \cdot 10^{24}$ kg |
| | Tyngdeakselerasjon (standardverdi) | 9,80665 m/s ² |
| | Middelavstand frå sola | $1,496 \cdot 10^{11}$ m |
| Sola | Radius | $6,96 \cdot 10^8$ m |
| | Masse | $1,99 \cdot 10^{30}$ kg |
| Månen | Middelradius | 1737 km |
| | Masse | $7,35 \cdot 10^{22}$ kg |
| | Tyngdeakselerasjon | 1,62 m/s ² |
| | Middelavstand frå jorda | $3,84 \cdot 10^8$ m |

Formelvedlegg

Vedlegget kan brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

Vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

| | | | | | |
|----------------------------|--|---|---|---|---------------------------|
| Mekanikk | $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ | $v = v_0 + a t$ | $v^2 - v_0^2 = 2 a s$ | $s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$ | |
| | $v(t) = s'(t)$ | $s(t) = \int v(t) dt$ | $a(t) = v'(t)$ | $v(t) = \int a(t) dt$ | |
| | $a = \frac{v^2}{r}$ | $v = \frac{2\pi r}{T}$ | $\omega = \frac{2\pi}{T}$ | $f = \frac{1}{T}$ | |
| | $\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \text{konstant}$ | $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$ | $\vec{F}^* = -\vec{F}$ | $R = \mu N$ | |
| | $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos(\alpha)$ | $W = \int_a^b F ds$ | $E = E_0 + W_a$ | $E_p = mgh$ | $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ |
| | $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$ | $p = mv$ | $L = kv, L = kv^2$ | $m = \rho V$ | |
| Gravitasjon | $G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$ | $\vec{g} = \frac{\vec{G}}{m}$ | $E_p = -\gamma \frac{Mm}{r}$ | | |
| Elektrisitet og magnetisme | $F_e = k_e \frac{Qq}{r^2}$ | $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$ | $U = \frac{W}{q}$ | $E = \frac{U}{d}$ | |
| | $I = \frac{Q}{t}$ | $R = \frac{U}{I}$ | $P = UI$ | $B = k_m \frac{I}{r}$ | |
| | $\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B}$ | $\vec{F}_m = I \vec{L} \times \vec{B}$ | $F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \cdot L$ | | |
| | $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos(\alpha)$ | $\bar{\varepsilon} = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ | $\varepsilon = -N \cdot \Phi'(t)$ | $\varepsilon = vBL$ | |
| | $\varepsilon = \varepsilon_{\text{maks}} \sin(\omega t)$ | $\varepsilon_{\text{maks}} = NBA\omega$ | $U_s I_s = U_p I_p$ | $\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$ | |
| Relativitetsteori | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ | $t = \gamma t_0$ | $L = \frac{L_0}{\gamma}$ | $p = \gamma m v$ | |
| | $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$ | $E = E_k + E_0$ | $E_k = (\gamma - 1) mc^2$ | $E_0 = mc^2$ | |
| Kvantefysikk | $E = hf$ | $hf = W + E_k$ | $\lambda = \frac{h}{p}$ | $p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$ | |
| | $c = \lambda f$ | $E_n = -\frac{B}{n^2}$ | $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ | $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$ | |

Fortsettelse vedlegg 2

| | | |
|----------------|---|---|
| Databehandling | $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$ | $\Delta x = \frac{x_{\text{maks}} - x_{\text{min}}}{2}$ |
| | $\Delta(x \pm y \pm \dots) = \Delta x + \Delta y + \dots$ | $\frac{\Delta(x^n \cdot y^m \cdot \dots)}{x^n \cdot y^m \cdot \dots} = \frac{ n \cdot \Delta x}{\bar{x}} + \frac{ m \cdot \Delta y}{\bar{y}} + \dots$ |

| | | | | |
|---------------------|--|---|--|--|
| Andregradslikninger | $ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ | | | |
| Derivasjonsregler | $(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$ | $(u+v)' = u' + v'$ | | |
| | $(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$ | $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$ | | |
| | $(g(u))' = g'(u) \cdot u'$ | $(e^{kx})' = k \cdot e^{kx}$ | | |
| | $(\sin(kx))' = k \cdot \cos(kx)$ | $(\cos(kx))' = -k \cdot \sin(kx)$ | | |
| Integrasjon | $\int f(x) dx = F(x) + C, \text{ hvor } F'(x) = f(x)$ | $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ | | |
| Vektorregning | $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cos(v)$ | | $ \vec{a} \times \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \sin(v)$ | |
| | $[x_1, y_1] + [x_2, y_2] = [x_1 + x_2, y_1 + y_2]$ | $\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{a}$ | $\vec{a} \times \vec{b} \perp \vec{b}$ | |
| Geometri | $O_{\text{sirkel}} = 2\pi r$ | $A_{\text{sirkel}} = \pi r^2$ | $A_{\text{kule}} = 4\pi r^2$ | $V_{\text{kule}} = \frac{4\pi r^3}{3}$ |
| | $\sin v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hyp.}}$ | $\cos v = \frac{\text{hos. kat.}}{\text{hyp.}}$ | $\tan v = \frac{\text{mot. kat.}}{\text{hos. kat.}}$ | |
| | $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$ | | $\frac{\sin(A)}{a} = \frac{\sin(B)}{b} = \frac{\sin(C)}{c}$ | |

| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
|-------|----|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
| sin v | 0 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | 1 |
| cos v | 1 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | 0 |
| tan v | 0 | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | 1 | $\sqrt{3}$ | |

Programmeringsvedlegg

Vedlegget kan brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

Vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

En del av kommandoene er avhengig av å bruke pylab-biblioteket ved hjelp av `from pylab import *`.

Det er ikke kommentert spesifikt hvilke kommandoer som krever dette.

| | |
|-----------------------------|--|
| Utskrift | <code>print()</code> |
| Regneoperatorer | <code>+ - * ** / //</code> |
| Definere variabel | <code>a = <verdi></code> |
| Tilordne variabel ny verdi | <code>= += -= *= /=</code> |
| Heltall og desimaltall | <code>int(<tall>)</code> <code>float(<tall>)</code> |
| Konstanter | <code>pi</code> <code>e</code> |
| Tall på standardform | Eksempel: <code>6.67E-11</code> eller <code>6.67e-11</code> |
| Lister og arrays (vektorer) | <code>L = []</code> <code>L.append(<verdi>)</code> <code>v = array(L)</code> <code>v = zeros(<antall elementer>)</code> <code>x = linspace(<start>, <slutt>, <antall elementer>)</code> |
| Definere funksjon | <code>def <navn og argument til funksjon>:</code> <code> return <funksjon></code> |
| Innebygde funksjoner | <code>exp()</code> <code>log()</code> <code>sqrt()</code> <code>abs()</code> <code>sin()</code> <code>arcsin()</code> <code>cos()</code> <code>arccos()</code> <code>tan()</code> <code>arctan()</code> <code>radians()</code> <code>degrees()</code> <code>min()</code> <code>max()</code> <code>sum()</code> <code>mean()</code> <code>std()</code> <code>len()</code> <code>random()</code> <code>round()</code> <code>float()</code> <code>int()</code> <code>sign()</code> |
| Informasjon fra brukeren | <code>input()</code> |

Fortsettelse vedlegg 3

| | |
|----------------------------------|---|
| <p>Plotte</p> | <pre>plot(<x-verdier>, <y-verdier>, <farge og layout>) title(<tittel>) xlabel(<navn på førsteakse>) ylabel(<navn på andreakse>) grid() axis('equal') show()</pre> |
| <p>Sammenligne</p> | <pre>== != < > <= >=</pre> |
| <p>Logikk</p> | <pre>and or not</pre> |
| <p>if-test</p> | <pre>if <betingelse>: <hva som skal skje> elif <betingelse>: <hva som skal skje> else: <hva som skal skje> if <betingelse>: break</pre> |
| <p>Løkker/iterasjoner</p> | <pre>for n in range(<verdier>): <hva som skal skje> for n in <liste>: <hva som skal skje> while <betingelse>: <hva som skal skje></pre> |

Blank side

Blank side

Vedlegg 4

Svarark Oppgave 1 / Oppgave 1

Kandidatnummer: _____

Svarark nr 1 av totalt _____ på del 1.

| Oppgave 1 / Oppgave 1 | Svaralternativ A, B, C eller D |
|--------------------------|-----------------------------------|
| a) | |
| b) | |
| c) | |
| d) | |
| e) | |
| f) | |
| g) | |
| h) | |
| i) | |
| j) | |
| k) | |
| l) | |
| m) | |
| n) | |
| o) | |
| p) | |
| q) | |
| r) | |
| s) | |
| t) | |

*Vedlegg 4 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 2.
Vedlegg 4 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 2.*

TIPS TIL DEG SOM AKKURAT HAR FÅTT EKSAMENSOPPGÅVA:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Hugs å føre opp kjeldene i svaret ditt dersom du bruker kjelder.
- Les gjennom det du har skrive, før du leverer.
- Bruk tida. Det er lurt å drikke og ete undervegs.

Lykke til!

TIPS TIL DEG SOM AKKURAT HAR FÅTT EKSAMENSOPPGAVEN:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Husk å føre opp kildene i svaret ditt hvis du bruker kilder.
- Les gjennom det du har skrevet, før du leverer.
- Bruk tiden. Det er lurt å drikke og spise underveis.

Lykke til!